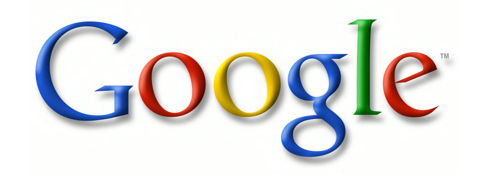
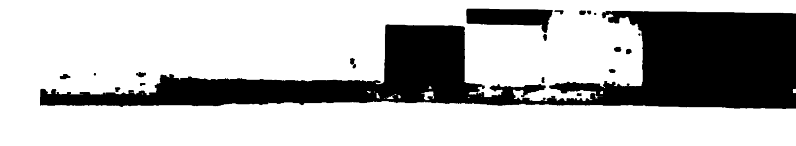



















ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXV.



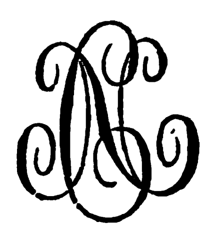
ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-CINQUIÈME.

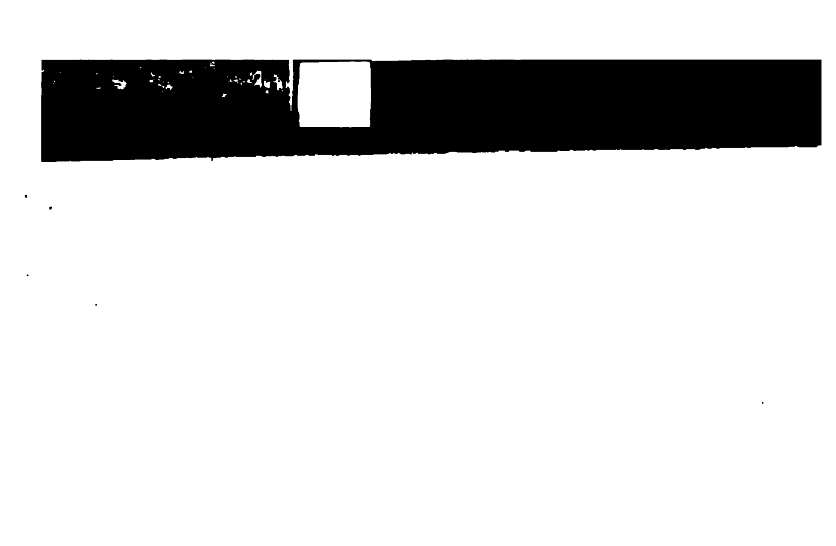


A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16, près la rue des Mathurins.

1827.







ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXV.



[redacted]

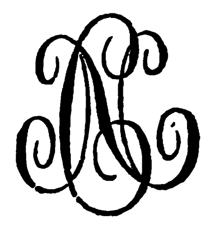
ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-CINQUIÈME.



A PARIS,

ez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1827.



DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,

SUCCESSEUR DE FEUGUERAY,

rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

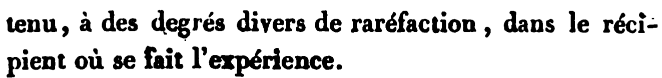
RECHERCHES *sur la Chaleur spécifique des Gaz.*

PAR MM. AUG. DE LA RIVE ET F. MARCET.

(MÉMOIRE lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 19 avril 1827.)

DANS un précédent Mémoire (1), nous nous étions occupés de quelques recherches sur les changemens de température qui accompagnent les changemens de volume des gaz, et nous avions montré, contre l'opinion généralement admise, que lorsqu'un gaz entre dans un espace vide, il y a d'abord production de froid, et seulement plus tard production de chaleur. Nous étions parvenus à expliquer facilement ce double phénomène, par la combinaison du froid que produit la dilatation de l'air qui entre dans le vide, et de la chaleur que développe la compression de celui qui se trouve déjà con-

(1) *Biblioth. univ.*, avril 1823, et *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXIII, page 209.



tenu, à des degrés divers de raréfaction, dans le récipient où se fait l'expérience.

Ayant eu l'intention de reprendre ce travail, la question, dès les premiers pas, nous a paru complexe. En effet, tous les résultats que l'on peut obtenir en examinant les différens gaz sous le point de vue que nous venons d'indiquer, doivent être influencés par deux causes : 1° *par la chaleur latente ou constituante du gaz*, c'est-à-dire la quantité de chaleur plus ou moins grande qu'il absorbe ou développe quand il change de volume; 2°. *Par sa chaleur spécifique*, c'est-à-dire par la quantité de chaleur plus ou moins considérable qui lui est nécessaire pour passer d'une température à une autre.

Cette distinction est absolument nécessaire à établir, et quoiqu'on puisse lier les deux classes de phénomènes et les ramener à des lois communes, il faut que l'expérience commence à fournir sur chacune d'elles les données qui sont indispensables pour pouvoir les coordonner ensuite sans le secours d'aucune hypothèse.

Nous avions cru d'abord que nos recherches devaient se borner à la détermination de l'une de ces classes de phénomènes, savoir, les changemens de température qui accompagnent les changemens de volume des gaz; et que les expériences antérieures pourraient nous fournir des notions suffisantes sur la chaleur spécifique, qu'il faut nécessairement connaître pour pouvoir résoudre la première question. Mais différentes considérations nous ont engagé à examiner de nouveau ce sujet; nous signalerons entr'autres les variations dans les résultats obtenus par les divers physiciens, la nature de leurs

méthodes dont aucune ne nous a paru être tout-à-fait irréprochable, et enfin le petit nombre de substances gazeuses soumises à l'expérience.

Les recherches que nous présentons aujourd'hui à la Société, ont donc exclusivement pour but la détermination de la chaleur spécifique des gaz, telle que nous l'entendons dans la distinction que nous venons d'établir plus haut.

Esquisse historique des travaux antérieurs.

Plusieurs physiciens s'étant déjà occupés de ce sujet à différentes époques, il ne sera pas inutile de nous arrêter quelques instans sur leurs travaux, et d'insister sur les motifs qui nous les font regarder comme insuffisans.

Pour tout ce qui tient aux recherches antérieures à celles de MM. de La Roche et Bérard, on ne peut faire mieux que de consulter l'introduction qu'ils ont placée en tête de leur Mémoire. On y trouve l'exposé exact des méthodes employées avant eux et des inconvéniens que présente l'emploi de ces méthodes.

Nous nous bornerons à rappeler que Crawfordt avait déjà déterminé la chaleur spécifique de quelques gaz, par une méthode juste dans son principe, mais inexacte dans le fait, à cause de la petitesse des différences que fournissait l'expérience, et de la grandeur de celles que ce physicien en concluait; que M. Gay-Lussac avait cru, d'après quelques essais sur trois gaz, qu'à égalité de volume, ils avaient la même chaleur spécifique, mais qu'il était revenu de cette opinion après de nouvelles recherches; que Leslie avait aussi cru trouver que

l'hydrogène et l'air ont la même capacité pour le calorique ; que Dalton enfin avait construit, uniquement d'après des vues théoriques, une table de la chaleur spécifique des gaz, qui contient des résultats totalement différens de ceux qui ont été fournis par l'expérience.

Ce n'est pas le moment de parler des travaux qui se rapportent indirectement à notre sujet ; c'est pour cela que nous ne nous arrêterons point sur le Mémoire de M. Gay-Lussac relatif aux changemens de température qui accompagnent les changemens de volume des gaz (1).

Nous arrivons ici aux recherches de MM. de La Roche et Bérard (2). Quand on examine leur travail, soit dans sa partie générale, soit dans les détails des expériences, on ne peut s'empêcher d'admirer la sagacité avec laquelle ils ont cherché à éviter les nombreuses causes d'erreur que présentait l'emploi de leur méthode. Cependant, peut-être ne sont-ils pas parvenus à les éviter toutes ; c'est ce que nous a fait croire le peu d'accord qui règne entre les résultats qu'ils ont obtenus et ceux auxquels sont arrivés d'autres physiciens.

On peut en effet présenter quelques objections sur la manière dont ils ont fait leurs expériences.

1°. MM. de La Roche et Bérard, en faisant passer un courant de gaz élevé à une forte température, à travers un calorimètre plein d'eau, et en faisant sortir ce courant froid, sous la même pression à laquelle il était soumis à son entrée, obtiennent par là un effet complexe. L'eau du calorimètre se trouve chauffée en effet

(1) *Mémoires d'Arcueil*, t. 1, p. 180.

(2) *Annales de Chimie*, t. LXXXV, p. 72.

non seulement par la chaleur qu'abandonne le gaz en se refroidissant, mais aussi par celle qu'il dégage en se contractant. C'est seulement la première de ces deux chaleurs qui provient du calorique spécifique, et que, par conséquent, il faudrait avoir séparée de l'autre. Si l'on ne tient pas compte de cette cause d'erreur, quand il s'agit des solides ou des liquides, on ne peut la négliger quand il est question des gaz dont les dilatations sont très-considérables, et surtout quand les températures extrêmes auxquelles on les soumet sont distantes l'une de l'autre de 80° centigrades environ (1).

2°. Les gaz n'ont pas tous une facilité égale à se mettre en équilibre de température, ou, en d'autres termes, un pouvoir semblable pour la communication de la chaleur. C'est ce que prouvent les recherches

---

(1) On peut se demander si l'on doit prendre la chaleur spécifique des gaz avec une pression constante et un volume variable, ou avec un volume constant et une force élastique variable. Nous croyons que la dernière méthode est préférable pour obtenir un effet simple; mais nous ne nions point que l'on ne puisse présenter des argumens en faveur de la première; pourvu que l'on sache exactement quelles sont les circonstances qui accompagnent le changement de température du gaz, les expériences sont également importantes, quelque soit le mode que l'on ait adopté. Nous n'insisterons pas sur les motifs qui, outre ceux que nous avons énoncés, nous ont paru donner un avantage marqué au premier mode; ce sujet nous entraînerait dans des développemens théoriques trop considérables pour une recherche dans laquelle l'expérience est et doit être la partie principale.

de MM. Dulong et Petit, dont nous parlerons plus bas, et ce que confirment quelques-unes de nos propres expériences. Cette différence doit exercer par elle-même une influence sur la chaleur communiquée au calorimètre. Ainsi l'hydrogène, qui se met beaucoup plus vite que les autres gaz en équilibre de température, donnera immédiatement sa chaleur, soit à la partie du tube de verre qui se trouve comprise entre le calorimètre et le thermomètre, soit aux parois du vase, soit à la portion de l'eau qui se trouve placée près de son entrée, tandis qu'un gaz moins bon conducteur, distribuera son calorique plus uniformément dans toute l'étendue du calorimètre. Il en résultera évidemment, toutes les autres circonstances restant les mêmes, que ce dernier gaz élèvera davantage la température de l'eau.

3°. L'emploi du thermomètre pour connaître la température du gaz à son entrée dans le calorimètre, est tout-à-fait inexact, comme MM. de La Roche et Bérard en sont eux-mêmes convenus ; car cet instrument est tout autant affecté par la chaleur rayonnante qu'émettent ou qu'absorbent les corps environnans, que par la température du gaz même dans lequel il est placé. Pour parer à cette objection, les observateurs ont regardé la température du gaz comme une moyenne entre celle que lui avait donnée son passage au milieu de la vapeur d'eau bouillante et celle qu'indique le thermomètre. Mais rien ne nous prouve que cette moyenne soit la vraie température ; et si elle l'était pour un gaz, il est très-probable qu'elle ne le serait pas pour un autre. Néanmoins, une erreur de quelques degrés dans cette donnée, peut exercer une grande influence sur les ré-

sultats, comme il serait facile de le montrer. Pour cela, on peut calculer la capacité de quelques gaz, en prenant une température un peu plus haute ou un peu plus basse que celle qui est adoptée par nos auteurs, et l'on trouvera des nombres assez différens de ceux auxquels ils sont arrivés.

4°. La présence de la vapeur d'eau dans les gaz que l'on soumet aux expériences, est une objection qui a été déjà présentée et développée par un chimiste anglais, M. Haycraft. Sans y attacher toute l'importance qu'il y met, nous croyons cependant qu'elle peut donner lieu à quelques erreurs, puisque le gaz n'est plus identique, et que, si sa capacité pour le calorique n'en est pas sensiblement affectée, du moins sa conductibilité l'est beaucoup. D'ailleurs, pour que cette cause d'erreur n'en fût pas une, il faudrait qu'elle fût la même pour tous les gaz; or nous savons que, quoique placés dans les mêmes circonstances, il est difficile qu'ils se chargent tous d'une égale quantité de vapeurs aqueuses.

5°. Nous ferons une dernière remarque sur la non similitude des circonstances qui accompagnaient chaque expérience, et sur l'inconvénient de ramener les gaz aux mêmes conditions par le calcul et à l'aide de proportions qui ne sont peut-être pas toujours applicables. Nous citerons comme exemple la non parfaite uniformité du courant pour les gaz de différente densité; la différence dans la pression atmosphérique pour chaque gaz; l'influence du réchauffement du tube de verre conducteur, sur la température du calorimètre, etc.

Le Mémoire de MM. Clément et Désorme traite la

question qui nous occupe d'une manière trop complèxe, pour que nous nous y arrêtions; d'ailleurs la justesse des principes sur lesquels leur travail est fondé, est trop loin d'être prouvée, et les résultats auxquels ils arrivent trop contestables, pour que nous puissions les discuter actuellement.

En 1824, M. Haycraft est arrivé, par une méthode assez semblable à celle de MM. de La Roche et Bérard, à trouver pour un petit nombre de gaz une chaleur spécifique égale (1). Il a surtout cherché à opérer sur des gaz secs, à produire des courans uniformes, à remédier ainsi à quelques-unes des causes d'erreur de MM. de La Roche et Bérard : ces essais ont été faits sur six gaz différens. Le Mémoire est terminé, dans les *Annales de Chimie*, par une discussion intéressante due à l'un des rédacteurs de ce Journal, sur le mérite comparatif de ce travail et de celui de MM. de La Roche et Bérard.

Enfin, nous ne terminerons pas ce résumé historique, sans faire mention des recherches de MM. Dulong et Petit, sur la vitesse du refroidissement des corps dans les différens gaz (2). Quoique ce sujet ne semble se rattacher que de loin à la question de la chaleur spécifique, nous verrons néanmoins qu'il existe entre ces deux classes de phénomènes, des rapports assez intimes pour qu'il soit difficile et même impossible de s'occuper de la seconde, sans entrer dans quelques détails relatifs à la première.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVI, p. 298.
(2) *Idem*, t. VII, p. 337.

Exposition du procédé suivi dans nos recherches.

Après quelques essais, et après avoir réfléchi sur l'emploi des moyens les plus propres à parer aux objections que nous avons présentées, nous nous sommes arrêtés au procédé suivant, qui est fondé sur la méthode du réchauffement.

Un petit ballon de verre très-mince, de 4 centim. de diamètre, est rempli successivement des gaz que nous voulons soumettre à l'expérience. Amené à une température uniforme, il est exposé pendant un temps toujours le même, quel que soit le gaz qu'il renferme, à une source constante de chaleur; la température qui en résulte pour chaque gaz, pendant ce même temps, est la mesure de la chaleur spécifique de ce gaz. Pour déterminer d'une manière exacte cette température, nous ne nous servons point du thermomètre, mais c'est le gaz lui-même qui l'indique. Nous avions à choisir ici pour indice thermométrique entre le changement de volume et la variation de force élastique, deux phénomènes qui, dans les gaz, accompagnent d'une manière uniforme le changement de température. Nous avons préféré la variation de la force élastique, pour ne pas tomber dans l'objection que nous avons signalée relativement à la chaleur qui est dégagée dans un changement de volume, et parce que ce moyen de déterminer la température nous a paru plus susceptible d'exactitude dans la pratique.

Ainsi donc, le principe qui sert de base à notre procédé consiste à exposer des volumes égaux de différens gaz à une source de chaleur égale pendant un même

temps, et à juger par l'augmentation de la force élastique de chaque gaz, la température qu'il possède au bout de ce temps fixe. Nous avons soin de choisir ce temps fixe assez court pour qu'aucun des gaz ne puisse se mettre en équilibre de température avec la source de chaleur.

L'appareil que nons avons employé n'est au fond autre chose qu'un manomètre. Un tube recourbé en forme de siphon (*fig.* 1), porte à l'extrémité de sa petite branche le ballon *A* que l'on remplit du gaz; deux robinets en fer, *B* et *C*, permettent de séparer le ballon du tube, sans que, par cette séparation, ni l'un, ni l'autre ne communiquent avec l'air extérieur; l'intervalle entre les deux robinets est si petit quand le ballon est ajusté au tube, que l'on peut négliger tout-à-fait la quantité d'air qui se trouve comprise entr'eux. D'ailleurs, on verra plus loin que cet air ne rentre jamais dans le ballon, mais qu'il est poussé dans le tube, et que, par conséquent, il ne peut point altérer la pureté du gaz. La branche verticale *DE* du tube de verre est terminée par un réservoir *F* rempli de mercure bien désséché, dans lequel plonge l'extrémité du tube, et elle porte une échelle divisée en millimètres avec un vernier qui donne exactement les dixièmes.

On doit commencer, avant de mettre l'appareil en expérience, par remplir le tube et le ballon du gaz sur lequel on veut opérer. On y parvient facilement en faisant passer au travers du tube un courant de ce gaz qui chasse l'air et se met à sa place. Il faut avoir soin que le gaz qui reste après que l'air a été chassé soit soumis à une pression moindre que celle de l'atmo-

sphère, afin que le mercure puisse monter dans le tube de 8 à 10 centimètres au moins. Pour remplir le petit ballon, on commence par en chasser l'air au moyen d'une bonne pompe. Après y avoir introduit le gaz, on y refait le vide; puis on y introduit de nouveau le gaz, en sorte que celui-ci se trouve très-pur et sans aucun mélange d'air atmosphérique. On a soin, au moyen de la cloche graduée de la cuve au mercure dans laquelle le gaz est renfermé, de donner à celui-ci une pression moindre que celle de l'atmosphère, et qui puisse par conséquent être constante quelle que soit cette dernière.

Cette opération préliminaire étant achevée, on visse le ballon au tube, on ouvre les deux robinets, et le gaz étant à une pression moindre que celle de l'atmosphère, une petite colonne de mercure (toujours moins haute que celle qui s'y trouvait déjà), reste élevée dans le tube; la différence entre la hauteur du baromètre et celle de cette colonne, indique la pression ou la force élastique du gaz que nous avons pu rendre toujours constante et de 65 centimètres environ.

Actuellement une légère variation dans la température du gaz fera abaisser ou élever la colonne de mercure, et connaissant la loi qui lie la variation de la force élastique avec la température, rien ne sera plus facile que de déterminer celle-ci d'après la hauteur du mercure (1). Comme notre division nous permettait

---

(1) Nous avons en effet les deux formules suivantes qui nous représentent, l'une, la grandeur l de chaque degré centig. à une pression donnée, l'autre, le nombre n de degrés

de distinguer facilement les dixièmes de millimètre, et que dans les pressions où nous avons le plus ordinairement agi, chaque degré correspondait à une variation dans la force élastique de $2^{mm}5$ environ, notre procédé pouvait ainsi nous faire apprécier jusqu'à $\frac{1}{25}$ de degré.

Il nous semble que la méthode que nous venons d'exposer n'est pas sujette aux objections que nous avons présentées contre celle de MM. De la Roche et Bérard.

1°. Le gaz n'augmente ni ne diminue de volume par la variation de la température; sa force élastique seule varie;

2°. La température du gaz nous est indiquée par l'effet de la chaleur sur lui-même et non par un thermomètre;

3°. Comme nous avions un grand soin de dessécher

---

centig. correspondant à une une différence donnée de hauteur dans le mercure.

$$l = \frac{(p-a)\,(0{,}00375)}{1+0{,}00375\times t};$$

p = pression barométrique.
t = température à laquelle on observe.

$$n = \frac{(a-a')\,(1+0{,}00375\times t)}{(p-a)\,(0{,}00375)}.$$

a = hauteur de la colonne dans le tube à la température t.
a' = hauteur à la température inconnue.

On s'est servi, pour établir ces formules, de la loi de M. Gay-Lussac, qui consiste en ce que la force élastique des gaz augmente à partir de 0, de 0,00375 pour chaque degré centigrade. Dans tout le cours de cette recherche, nous avons fait usage des degrés centigrades.

les gaz, et que nous les avons toujours recueillis sur le mercure, nous sommes à l'abri de la cause d'erreur qui peut provenir de la présence de la vapeur d'eau.

4°. Tous les gaz se trouvent placés exactement dans les mêmes circonstances, et il n'est pas nécessaire d'établir aucune proportion ou de recourir à aucun calcul pour les ramener à des conditions semblables. En particulier, quelle que soit la pression atmosphérique, le gaz peut être soumis toujours à la même pression par l'emploi du manomètre.

Il reste un point important à considérer avant de passer aux résultats, c'est la manière dont nous appliquons la chaleur pour réchauffer les gaz dans le ballon. A cet égard, nous présenterons les deux moyens que nous avons successivement employés.

§ Ier. *Première Méthode de réchauffement.*

Le premier moyen consiste à placer le ballon plein du gaz dans un petit vase de bois (1) rempli d'une eau dont la température est parfaitement fixée à 10°. Nous attendons que le gaz ait pris la température de cette eau, ce dont nous sommes avertis par le mercure qui reste stationnaire. Alors, à un signal donné, le vase

(1) Nous avons employé un vase de bois dont les parois très-épaisses, et par conséquent très-peu conductrices, permettaient à l'eau qu'il contenait, de conserver long-temps sa température malgré le contact extérieur d'une eau beaucoup plus chaude.

en bois qui est lesté d'une masse assez pesante, tombe au fond d'un autre vase d'une capacité beaucoup plus considérable, dans lequel il est placé; celui-ci est rempli d'une eau entretenue un peu au-dessus de 30°, de manière qu'elle se trouve exactement à 30° par son mélange avec l'eau du petit vase. Par ce moyen, le ballon passe subitement, sans cesser d'être immobile, d'une eau à 10° dans une eau à 30°. On le laisse dans cette dernière un temps fixe, mais assez court pour qu'il n'ait pas pris toute sa température; ce temps doit être de 4″. Exposé pendant 4″ à une température différente de 20° de celle qu'il possédait, chaque gaz prend une certaine température qui est indiquée par la descente du mercure dans le tube, et laissé plus long-temps (6″ à 8″), il se met en équilibre de température avec l'eau dans laquelle il est plongé. Pour éviter une cause d'erreur qui aurait pu provenir de ce que dans chaque expérience, la température de l'eau dans laquelle le ballon se trouve subitement transporté, n'aurait pas été exactement la même, nous avons toujours pris la température de cette eau en y laissant le gaz assez long-temps pour qu'il la prît lui-même. De cette manière, ce n'est pas le nombre de millimètres dont le mercure est descendu dans 4″ que nous comparons pour chaque gaz; mais les rapports entre le nombre de millimètres dont il est descendu dans 4″, et celui dont il est descendu lorsqu'il se trouve en équilibre de température avec l'eau. Au reste, l'habitude avait fini par nous former assez pour que l'une et l'autre méthodes donnassent les mêmes résultats. Nous avions pris les précautions nécessaires pour qu'au premier signal de celui qui

observait le manomètre, le petit vase tombât brusquement, et qu'au second signal, c'est-à-dire au bout des 4", l'on fermât le robinet qui établit la communication entre le gaz du ballon et le mercure du tube. De cette manière, le mercure restait exactement à la hauteur où la température acquise par le gaz pendant les 4" devait l'avoir placé, et l'on avait tout le temps d'observer exactement cette hauteur.

Les expériences faites par cette méthode, nous ont donné des nombres assez différens, suivant la nature des gaz, pour l'expression de la température acquise par chacun d'eux dans 4". Ainsi, appelant 1 la température de l'eau, c'est-à-dire celle que le gaz aurait acquise s'il avait eu le temps de se mettre en équilibre avec elle, nous avons trouvé que dans 4", chacun d'eux acquérait une température différente exprimée en parties aliquotes de celle de l'eau.

Pour l'hydrogène...............	0,85 ;
Pour l'air atmosphérique.........	0,83 ;
Pour l'oxigène.................	0,80 ;
Pour l'acide carbonique..........	0,77 ;
Pour le gaz oléfiant............	0,75 ;
Pour le protoxide d'azote.........	0,73.

Quelques considérations nous firent douter que ces nombres ou plutôt leurs inverses, pussent bien exprimer la chaleur spécifique des gaz. Nous craignîmes que le changement subit et assez considérable de température auquel le gaz est exposé, ne fût une cause

d'erreur qui pût influencer nos résultats, et faire que les variations observées fussent dues, moins à la différence de la chaleur spécifique, qu'à la différence de conductibilité. Ce qui nous confirma dans cette opinion, fut l'analogie que nous trouvâmes entre les résultats mentionnés plus haut et ceux auxquels MM. Dulong et Petit étaient arrivés en faisant refroidir un corps chaud dans différens gaz. Ces physiciens avaient obtenu pour l'expression relative de la vitesse du refroidissement, des nombres qui se rapprochent de ceux que nous venons d'indiquer. Or, la cause qui fait qu'un corps se refroidit plus ou moins vite dans différens gaz, doit être la même que celle qui fait que ces différens gaz se réchauffent plus ou moins vite par un changement brusque de température.

Pour bien nous assurer de la réalité de cette cause d'erreur, nous fîmes les mêmes expériences en employant successivement une température différente, (20° au lieu de 30°) et un volume de gaz plus considérable, circonstances qui influent sur la conductibilité relative, mais qui ne doivent pas exercer d'effet sensible sur la chaleur spécifique. Nous trouvâmes effectivement, pour les mêmes gaz, des nombres qui n'avaient plus le même rapport entre eux.

Il y a donc dans les gaz une différence, relativement à la rapidité avec laquelle le calorique se distribue dans chacun d'eux. Cette plus ou moins grande facilité de communiquer la chaleur, dépend-elle de la mobilité plus ou moins grande des molécules ou de leur nature même, c'est ce que nous ne pouvons décider; mais il n'en résulte pas moins que cette diversité est un élé-

ment d'erreur dont nous devons nous garantir dans la recherche de la chaleur spécifique (1).

§ IIe. *Seconde Méthode de réchauffement.*

Les expériences de MM. Dulong et Petit sur la chaleur spécifique des solides et les précautions qu'ils avaient prises pour éviter l'erreur due à la conductibilité de ces corps, nous ont fait présumer qu'un moyen analogue pourrait nous mettre à l'abri de la même cause d'erreur. Nous avons par conséquent cherché à l'appliquer au mode de réchauffement des gaz.

Dans ce but, nous plaçons le ballon qui contient le

(1) Il est difficile de savoir quel nom on doit donner à cette propriété des gaz ; le mot *conductibilité* est-il assez général pour exprimer la propriété de communiquer la chaleur autrement que de molécule à molécule, comme cela a lieu dans les corps solides? Quoi qu'il en soit, il nous paraît bien constaté que la propriété dont il s'agit existe dans les gaz à des degrés divers d'intensité ; il serait intéressant de déterminer exactement son énergie relative dans chaque gaz. Nous verrons plus loin que les expériences que nous venons de décrire pourraient très-bien remplir ce but ; mais il ne serait pas facile de déduire des données de l'expérience les nombres simples qui devraient exprimer les rapports cherchés. Cette différence qui nous occupe ne serait-elle point due, dans les gaz, à une cause semblable à la viscosité dans les liquides, qui, en diminuant leur mobilité, les empêcherait de se réchauffer ou de se refroidir aussi vite? L'hydrogène serait, dans ce cas, le gaz dont les molécules seraient les plus libres ; tandis que celles du gaz oléfiant, de l'acide carbonique, etc., auraient moins de facilité à se mouvoir.

gaz, au centre d'un ballon de cuivre *GHK* (*fig.* 1), très-mince, noirci en dedans, et de 18 centimètres de diamètre. Un robinet placé à l'extrémité de l'un des diamètres de cette sphère, communique avec le col du ballon de verre ; un autre placé à l'extrémité opposée du même diamètre, communique avec l'intérieur du grand ballon de cuivre. C'est le premier de ces deux robinets que l'on visse au tube du manomètre, et c'est ainsi que le gaz communique avec l'intérieur de ce tube. On raréfie l'air dans l'intérieur du ballon de cuivre jusqu'à ce que la pression ne soit plus que de 3 millimètres de mercure ; l'on a toujours soin de produire le même degré de raréfaction pour chaque expérience, et de s'assurer qu'il n'y a point eu de variation à cet égard, pendant la durée d'une même expérience. Maintenant, lorsqu'on plonge le ballon dans de l'eau à une température quelconque, le gaz ne se réchauffe ou ne se refroidit, que par la chaleur qu'émettent ou qu'absorbent les parois noircies de la boule de cuivre. Aussi ce réchauffement ou ce refroidissement est fort lent, et ce n'est même qu'au bout de 10 ou 15 minutes que le mercure, en restant stationnaire, nous prouve que le gaz s'est mis en équilibre de température avec l'enceinte qui l'environne.

Nous avons donc pu prendre un temps plus long que 4" pour celui durant lequel les gaz étaient soumis au réchauffement partiel. Ainsi nous avons pu observer la température acquise au bout de 2, de 4, de 5 minutes. Mais c'est à ce dernier temps que nous avons donné la préférence.

L'appareil étant disposé convenablement pour faire

une expérience, nous commençons par placer la sphère de cuivre dans de l'eau dont la température est entretenue parfaitement fixe à 20°. Nous attendons que le mercure reste stationnaire pour noter avec soin le point où il s'est arrêté, et nous refroidissons un peu le gaz au moyen d'un bain d'eau froide, jusqu'à ce que le mercure soit monté de quelques millimètres au-dessus du point fixé. Alors nous plaçons promptement le ballon de cuivre dans de l'eau à 30°, et au moment où le mercure en descendant atteint le point fixé qui indique que le gaz est arrivé à la température de 20°, celui de nous qui observe l'instrument, donne un signal pour que l'autre puisse, dans le même instant, observer la minute et la seconde sur un bon chronomètre.

Au bout de 5 minutes, à partir de l'instant où le gaz est arrivé à la température de 20°, on ferme le robinet de communication, et le mercure s'arrête à une hauteur qui indique quelle est la température qu'a prise le gaz. On ouvre ensuite de nouveau le robinet, et l'on voit le mercure continuer à descendre à mesure que le gaz s'échauffe, jusqu'au moment où celui-ci a acquis la même température que l'enceinte.

Nous avons toujours opéré avec de très-grandes masses d'eau afin que leur température restât aussi constante que possible. Nous avons réussi facilement pour l'eau à 20°; quant à celle de 30°, l'expérience nous avait appris qu'il fallait commencer par la mettre un peu au-dessus (à 30°,2), pour qu'elle se trouvât exactement après les 5 minutes autant au-dessous (à 29°,8); de cette manière la température moyenne était pour chaque gaz de 30° pendant les 5 minutes. Quand nous voulions

connaître la baisse totale du mercure correspondant à la température de 30° pour le gaz, nous entretenions l'eau constamment à cette température. Ajoutons que l'eau était continuellement tenue en mouvement, afin que toutes ses couches eussent une température aussi uniforme que possible, et que le thermomètre était placé de manière à nous indiquer la température moyenne des couches horizontales en contact avec le ballon de cuivre.

Par le procédé que nous venons d'exposer, nous évitons toute erreur provenant de la conductibilité du gaz ou de sa facilité plus ou moins grande à communiquer dans son intérieur la chaleur qui lui arrive à la surface extérieure; car la différence de température est très-petite, (de 10° seulement); le réchauffement ne s'opère que lentement (dans 5 minutes) et le volume du gaz n'est pas très-considérable (33 centimètres cubes environ).

EXPOSÉ DES RÉSULTATS.

§ Ier. *Chaleur spécifique des gaz sous une même pression de* 65 *centimètres.*

Avant d'exposer les résultats, nous dirons un mot sur la manière dont nous envisageons l'action de la chaleur sous le rapport du réchauffement. Le petit ballon de verre mince (nous nous sommes servis toujours du même) est rempli successivement de tous les gaz. Placés au centre d'une enceinte également échauffée, et amenés à une température toujours la même, le ballon et le gaz reçoivent pendant le même temps, à partir de cette température, des quantités égales de

chaleur. Le ballon prend de cette chaleur une quantité invariable ; il en communique par conséquent au gaz une quantité qui est toujours la même ; c'est cette quantité qui doit donner au gaz une température plus ou moins grande suivant la capacité pour le calorique qu'il possède (1).

Les gaz sur lesquels nos expériences ont été faites, sont au nombre de quatorze : l'*air atmosphérique*, l'*oxigène*, l'*azote*, l'*hydrogène*, l'*acide carbonique*, le *gaz oléfiant*, l'*oxide de carbone*, l'*oxide d'azote*, le *gaz nitreux*, l'*hydrogène sulfureux*, l'*ammoniaque*, l'*acide sulfureux*, l'*acide hydro-chlorique* et le *cyanogène* (2). Ils ont tous été préparés par les procédés les plus généralement admis pour les avoir parfaitement purs, et recueillis sur le mercure après avoir traversé, pour être bien desséchés, un tube garni de muriate de chaux fondu (3).

L'expérience faite comme nous l'avons indiquée et

---

(1) Voyez, pour quelques éclaircissemens sur ce point, la note A à la fin du Mémoire.

(2) Nous n'avons pas fait d'expérience sur le chlore ; l'action qu'il aurait exercée sur les robinets et sur le mercure, nous aurait empêché de bien observer la marche de son réchauffement ; mais il nous paraît probable qu'il doit être soumis à la même loi que les quatorze autres gaz, et en particulier que l'hydrogène et l'acide hydro-chlorique.

(3) Presque tous les gaz ont été préparés et purifiés par les procédés qu'indique M. Dulong, dans son Mémoire sur le pouvoir réfringent des gaz. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXI, p. 154.)

répétée un grand nombre de fois sur chaque gaz en particulier, nous a conduits à ce résultat inattendu : c'est que, dans les 5 minutes, ils ont tous été amenés à la même température; ce qui prouverait qu'ils ont la même chaleur spécifique. En effet, le mercure est descendu pour tous, de 14^{mm},3 ou 14^{mm},4. Tous les résultats se trouvent compris entre ces deux nombres qui sont la limite d'exactitude que nous avons pu atteindre; car le même gaz nous a donné tantôt l'un, tantôt l'autre. Or, comme la pression à laquelle les gaz ont été continuellement soumis, a été de 65 centimètres à la température de 20°, il en résulte, d'après le calcul, que le mercure aurait dû descendre de 22^{mm},7 pour que le gaz fût à la température de 30°, c'est-à-dire à la température de l'eau ambiante; c'est ce que l'expérience nous a toujours aussi confirmé. D'après cela, calculant le nombre des degrés de température acquis par les gaz dans 5', on trouve que 14^{mm},3 correspondent à 6°,30, et 14^{mm},4 à 6°,34. Ainsi des volumes égaux de gaz, soumis à la même pression de 65 centimètres, amenés à la même température de 20°, et exposés de la même manière à la température de 30°, acquièrent dans 5' une température moyenne de 6°,32. La plus grande différence ayant été de $\frac{4}{100}$ ou de $\frac{1}{25}$ de degré, on peut donc dire qu'ils acquièrent la même température.

Un seul gaz s'est toujours réchauffé davantage que les autres, et nous sommes arrivés constamment au même résultat, quoique l'ayant essayé à plusieurs reprises différentes : ce gaz est l'*hydrogène*.

L'abaissement du mercure a été de 15^{mm} au lieu de 14^{mm},4, ce qui correspond à une température de 6°,60.

Ainsi l'hydrogène s'échauffe de 3 dixième de degré de plus que les autres dans les mêmes circonstances. Nous croyons que cela ne vient point d'une différence dans sa chaleur spécifique, mais de ce qu'étant éminemment plus conducteur que les autres, il s'échauffe plus vite, malgré toutes les précautions que nous avions prises pour éviter l'influence de la conductibilité. Nous ajouterons plus loin quelques motifs à l'appui de cette conjecture.

Nous ne nous sommes pas bornés à observer la température acquise par chaque gaz au bout des 5 minutes; mais nous l'avons toujours observée aussi au bout de 2 et de 4 minutes. Nous avons ainsi trouvé qu'au bout de 2′, tous les gaz, également, avaient eu s'échauffant, fait descendre le mercure de 8^{mm}; au bout de 4′ de 12^{mm},5 ; ce qui correspond, les 8^{mm}, à une température de 3°,5 acquise dans 2′, et les 12^{mm},5, à une température de 5°,5 acquise dans les 4′. Mais comme on n'arrêtait le mercure dans sa marche, en fermant le robinet, qu'au bout des 5′, l'observation des 4′ et des 2′ était plus difficile à faire : néanmoins nous n'avons jamais eu d'écart qui fût plus grand que 2 ou 3 dixièmes de millimètres, c'est-à-dire de 8 ou 12 centièmes de degré.

Il paraît donc résulter des expériences qui précèdent, *que sous la même pression et sous le même volume, quelle que soit la température, tous les gaz ont la même chaleur spécifique*. Il faut se rappeler que les volumes restent constans, quelle que soit la température, et que la force élastique seule varie.

§ IIe. *Chaleur spécifique des gaz sous différente pressions.*

Toutes les expériences du § précédent ont été faite sur des gaz soumis à une pression constante de 65 cen timètres. Nous avons été curieux d'examiner quelle se rait l'influence du degré de raréfaction de ces mêmc gaz sur leur capacité pour le calorique.

Pour obtenir des pressions plus faibles, nous nou sommes servis d'un appareil parfaitement semblable a précédent, si ce n'est que le tube dans lequel la co lonne de mercure s'élève, a de 60 à 70 centimèt. de lon gueur au lieu de n'en avoir que 15. Ainsi en raréfian suffisamment le gaz dans le petit ballon de verre, l mercure monte dans le tube à une certaine hauteur qui, retranchée de la pression atmosphérique, exprim la force élastique de ce gaz.

En opérant sur les gaz dilatés, exactement comm nous avons opéré sur les autres, nous avons trouvé qu leur chaleur spécifique parait diminuer avec la pression selon un décroissement très-lent, mais qui n'en est pa moins très-régulier.

Ainsi à la pression de

65 centim., le volume d'air s'échauffe de 6°,30 dans 5 min
59 centim. . . . . de 6 ,55 *idem*.
48,7 centim. . . . . de 6 ,90 *id*.
37 centim. . . . . de 7 ,01 *id*.
25,8 centim. . . . . de 7 ,30 *id*.

On voit par là que la température donnée au mêm volume d'air, par la même quantité de chaleur, va tou jours en augmentant à mesure que ce volume devie

plus rare. Les différences de température sont petites, il est vrai, mais elles n'en suivent pas moins une loi régulière d'accroissement. Il y a 1° de différence sur 10°, entre le réchauffement de l'air à la pression de 65 centimètres et celui du même volume à la pression de 25 centimètres.

L'hydrogène, le gaz oléfiant et l'acide carbonique ont donné des résultats tout-à-fait analogues. La température des volumes égaux allait toujours en augmentant à mesure que le gaz devenait plus rare.

Nous croyons inutile de rapporter ici le tableau des résultats que nous avons obtenus avec ces gaz; les expériences ont été faites, les unes aux mêmes pressions que pour l'air, les autres à des pressions un peu différentes de celles rapportées ci-dessus; toutes nous ont démontré la vérité du fait général de la diminution de la chaleur spécifique à mesure que le gaz est plus raréfié.

Les températures ont été calculées de la même manière que précédemment, soit par la formule, soit mieux encore en comparant l'abaissement du mercure dans les 5′ avec son abaissement quand le gaz a pris la température totale de 30°.

Un fait curieux que nous ne devons pas passer sous silence, c'est que l'hydrogène raréfié s'est trouvé tout-à-fait semblable pour sa chaleur spécifique aux autres gaz soumis à une même pression. C'est une preuve que la différence observée à la pression de 65 centimètres, était bien due à la plus grande conductibilité de ce gaz, puisqu'il n'y a plus de différence à une pression moindre, dont l'effet, comme l'ont observé MM. Dulong et Petit, est de diminuer beaucoup le pouvoir conducteur.

Un 3e appareil (*fig.* 2), dans lequel le tube qui contient le mercure avait la forme d'un siphon renversé, nous a permis d'opérer sur des gaz soumis à une pression plus grande que celle de l'atmosphère ; quelques essais faits jusqu'à une pression de 80 à 90 centimètres, nous ont confirmé dans l'opinion que la capacité augmente toujours avec la pression, mais en suivant un décroissement très-lent et moindre que la racine carrée de ces pressions.

Les résultats généraux que nous venons d'exposer, s'accordent assez bien avec une expérience que MM. de La Roche et Bérard avaient faite sur un volume d'air soumis à une pression d'un mètre, et d'après laquelle ils avaient reconnu une augmentation de capacité dans cet air en vertu de la plus gande pression.

Nous n'avons point essayé de déterminer la loi, si tant est qu'il en existe une, qui lie les variations de chaleur spécifique avec les différences de pression ; nous nous contenterons d'observer que la petitesse de la diminution de capacité qui accompagne la raréfaction, peut s'expliquer facilement ; car, si, d'un côté, le nombre des molécules matérielles à échauffer diminue par la raréfaction, d'un autre côté, les interstices qui règnent entr'elles, et que l'on suppose être pleins de calorique, augmentent dans la même proportion. Enfin nous remarquerons que les variations de température qui ont lieu dans les changemens de volume des gaz, deviennent très-faciles à expliquer, tandis que si la chaleur spécifique diminuait ou augmentait dans le même rapport que la pression, il faudrait recourir à une autre cause pour en rendre compte. Nous présentons comme dé-

conclant immédiatement des expériences qui précèdent, et comme pouvant servir d'élémens à la discussion actuellement pendante sur ce sujet, les résultats suivans.

RÉSUMÉ.

1°. *Que sous la même pression et à volumes égaux et constans, tous les gaz ont la même chaleur spécifique.*

2°. *Que toutes les autres circonstances restant les mêmes, la chaleur spécifique diminue en même temps que la pression et également pour tous les gaz, suivant une progression très-peu convergente et dans un rapport beaucoup moindre que celui des pressions.*

3°. *Qu'il existe pour chaque gaz un pouvoir conducteur différent, c'est-à-dire que tous les gaz n'ont pas tous le même pouvoir pour communiquer la chaleur.*

Nous croyons que c'est au défaut de tenir compte de cette dernière propriété, que l'on doit attribuer les grandes différences qui règnent entre les résultats que les physiciens ont obtenus sur le sujet qui nous occupe. En effet, une simple variation dans le volume des gaz pouvait, dans beaucoup de cas, changer totalement les résultats ; ainsi MM. Clément et Desormes, qui cherchaient à déterminer la chaleur spécifique des gaz par le refroidissement subit de grandes masses, ont-ils trouvé une différence très-considérable pour l'expression de la capacité du calorique dans chaque gaz. De même, M. Gay-Lussac, en employant des volumes considérables, n'a plus trouvé l'égalité de la chaleur spécifique qu'il avait obtenue avec des volumes plus petits :

ce qui prouve que cette remarque est fondée, c'est que les résultats ont toujours varié dans le sens suivant lequel une différence de conductibilité devait les faire nécessairement varier.

Nous croyons que c'est à la même cause que l'on doit attribuer les différences que présentent les gaz, quant à la chaleur dégagée par leur compression et au froid produit par la dilatation. Ainsi, l'hydrogène, qui se met plus vite en équilibre de température que l'air atmosphérique, dégagera moins de chaleur en se comprimant, et donnera lieu à moins de froid en se dilatant; tandis que l'acide carbonique, dans lequel la chaleur se propage moins vite, indiquera, dans les mêmes circonstances, plus de chaleur et plus de froid.

Enfin, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer, que l'égalité de la chaleur spécifique des gaz, s'accorde assez bien avec les notions que nous avons sur la distribution de cette même chaleur dans les autres corps. Nous voyons, en effet, la chaleur spécifique et la dilatation, suivre une marche assez semblable dans les solides et dans les liquides. Les premiers qui présentent entr'eux moins de différence que les seconds, en présentent aussi moins dans leur chaleur spécifique, et lorsque la température, en s'élevant, accroît la dilatation selon une loi plus rapide, la chaleur spécifique augmente aussi dans une progression croissante.

Sous le rapport théorique, il n'était donc pas improbable que les gaz qui ont tous une dilatation égale et dans lesquels cette dilatation reste uniforme à toutes les températures, eussent une même capacité pour le calorique, et que la loi qui régit cet élément de chaleur

fût chez eux la même, comme la loi de dilatation, en conséquence de leur état de fluide aériforme.

NOTE A. Si, en soumettant à l'expérience un petit volume de gaz, on a l'avantage de se mettre à l'abri de toute erreur qui serait due à la conductibilité, on peut, d'un autre côté, objecter que les différences de température qui proviendraient de différences dans la chaleur spécifique, seraient trop petites pour être sensibles.

A cela nous répondrons :

1°. Que le volume n'était pas cependant assez petit pour que $\frac{1}{23}$ de degré de différence dans le réchauffement ne fût pas perceptible ;

2°. Que puisque le volume est assez grand pour indiquer une différence de chaleur spécifique dans le gaz à différentes pressions, il est par conséquent suffisant pour en indiquer une, si elle existe, entre les gaz différens soumis à la même pression. Ajoutons que la plus haute température acquise par les gaz raréfiés, dans le même temps, ne peut être due qu'à une diminution de la chaleur spécifique, et non à la conductibilité, qui, en diminuant avec la force élastique, aurait dû produire un effet inverse.

3°. Nous nous sommes assurés directement que la chaleur prise par le ballon de verre n'est pas, par rapport à celle que prend le gaz, si considérable, que la dernière soit inappréciable par rapport à la première. En effet, dans le même temps et dans les mêmes circonstances, nous avons vu que la boule vide se réchauffait ou se refroidissait beaucoup plus vite que lorsqu'elle était pleine d'un gaz quelconque. D'ailleurs le verre était si mince (d'un demi-millimètre environ), que son effet devait être fort peu sensible.

4°. Les mêmes gaz ont présenté, dans diverses expé-

riences, des différences tout aussi grandes dans la tempe
ture acquise au bout des cinq minutes, que des gaz différe
et ces différences n'ont jamais été pour chaque gaz dan
même sens, mais toujours tantôt dans un sens, tantôt d
l'autre.

5°. Nous sommes parvenus aux mêmes résultats, en p
nant pour différence de température, 35° au lieu de 10°.
si une différence dans la chaleur acquise avait été trop pe
pour être perceptible sur 10°, elle aurait été suffisante p
devenir sensible sur 35°; et nous n'avons jamais trouvé
moindre différence en essayant successivement plusieurs
par cette méthode.

De *l'Écoulement des fluides aériformes dans l'a atmosphérique, et de l'Action combinée du c de l'air et de la pression atmosphérique.*

Par M. Hachette.

L'écoulement des fluides aériformes dans l'air
sphérique a présenté récemment plusieurs phéno
dignes de l'attention des physiciens. Je rappeller
bord une observation très-curieuse de MM. Gay-
et Welter, communiquée à l'Institut le 29 avri
et publiée dans les *Annales de Chimie et de Ph*
tome xix, page 436 : ils ont constaté ce fait trè
quable, « que l'air qui s'échappe d'un vase en
« par une ouverture sous une pression quelco
« change pas de température; quoiqu'il se
« sortant du vase »; ils en ont déduit l'expl

deux autres faits bien connus, observés à Schemnitz en Hongrie, et à Chaillot, près Paris. Le souffle de la machine à colonne de Schemnitz produit un froid qui congèle l'eau même en été, tandis que le souffle du réservoir d'air de la pompe à feu de Chaillot, qu'on obtient sous une pression constante de deux atmosphères et demie, fait varier à peine le thermomètre le plus sensible, dans la même saison.

Cette explication, encore peu connue, serait peut-être contestée si elle n'était pas confirmée par l'expérience de la congélation artificielle de l'eau, dont je vais présenter l'analyse, et qu'on obtient par un courant d'air condensé. Soit $ABC'D'$, fig. 1, un vase cylindrique, dans lequel se meut un piston CD, et qui porte un robinet E, qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté. Je suppose que la partie $ABCD$ de ce vase contienne de l'air atmosphérique, plus ou moins comprimé que l'air atmosphérique extérieur. Le robinet E étant fermé et l'air intérieur $ABCD$ ne communiquant plus avec l'air extérieur, on suppose que le piston CD s'abaisse en $C'D'$. L'air intérieur sera dilaté, et cette dilatation produira un abaissement de température d'autant plus sensible que la dilatation sera plus grande. Supposons maintenant que le piston soit fixe en CD; que $ABCD$ soit un vase rempli, en totalité ou en partie, d'un air atmosphérique condensé, et entretenu par un moyen quelconque au même degré de compression; dans cette hypothèse, l'air, au moment où l'on ouvrira le robinet E, soufflera en E avec une force constante, et le thermomètre, dont la boule sera placée en E, n'indiquera aucun changement sensible de température.

Dans la première hypothèse, le volume tout entier de l'air contenu dans le vase se dilate dans l'intérieur de ce vase, et il y a refroidissement; dans la seconde hypothèse, la seule partie de l'air qui sort du vase se dilate hors du vase, et la température de cet air sortant ne change pas sensiblement; tels sont les faits observés par MM. Gay-Lussac et Welter. Examinons ce qui se passe dans l'expérience qu'on répète dans tous les cours de Physique, pour faire voir la congélation artificielle de l'eau. On remplit le récipient d'une machine dite de *compression*, d'un air comprimé à plusieurs atmosphères. Ce récipient porte à sa sommité un tube capillaire, par lequel l'air du récipient peut s'échapper. On présente à ce courant d'air une boule en verre semblable à celle d'un tube thermométrique; et bientôt de petits cristaux, à peine visibles à la vue simple, se forment à la surface extérieure de la boule. Quoique le temps de la formation des cristaux soit très-court, il faut, par la pensée, le partager en plusieurs périodes. Dans la première période, l'air comprimé se dilate dans toute la capacité du récipient et se refroidit; dans les périodes suivantes, l'air, de plus en plus dilaté, passe à une température très-basse; enfin, dans la dernière période, le courant d'air a atteint le *maximum de froid*. Il résulte de cette observation que les petits cristaux qu'on obtient sur la boule de verre ne proviennent pas du refroidissement de l'air hors du récipient de la machine à compression, mais de l'abaissement de température dans l'intérieur du récipient. Ce refroidissement intérieur n'est pas instantané; il augmente par la dilatation de l'air du récipient. Cet air, quoique soumis à

une dilatation progressive dans toute la capacité du récipient, conserve pendant l'écoulement une force élastique plus grande que celle de l'atmosphère; il vient frapper la boule de verre et la refroidit. Ce qui prouve que ce refroidissement a lieu, c'est que l'air atmosphérique environnant la boule y dépose une legère couche d'eau liquide, sur laquelle se forment les petits cristaux, produits par le courant d'air déjà refroidi dans l'intérieur du récipient.

En juillet 1826, M. Daubuisson, ingénieur en chef au Corps royal des Mines, a publié des expériences sur l'écoulement de l'air atmosphérique comprimé et renfermé dans un gazomètre, d'où il sortait pour entrer dans l'atmosphère. Il a trouvé que la quantité d'air poussée hors du gazomètre par un orifice en mince paroi et sous une pression déterminée, est à la dépense d'air sous la même pression, par des ajutages cylindriques ou coniques, dont l'ouverture de sortie était de même diamètre que l'orifice en mince paroi, dans le rapport de 1000 à 1427.

En rendant compte de ces expériences dans le *Bulletin de la Société philomatique*, septembre 1826, j'ai remarqué que M. Daubuisson n'avait pas fait l'écoulement de l'air par l'ajutage connu sous le nom de *tube de Venturi*, qui n'est qu'une tuyère ordinaire renversée, dont la section du plus grand diamètre est prise pour l'orifice de sortie. L'air étant expansible, il remplirait cet ajutage, et l'expérience aurait fait connaître l'augmentation de dépense, due à l'accélération de vitesse de l'air sur la section de l'ajutage du plus petit diamètre.

En octobre 1826, MM. Thenard et Clément ont visité les forges de Fourchambault (département de la Nièvre), et l'expérience suivante fut faite sous leurs yeux. Un ouvrier présenta une planche de sapin contre le vent d'un soufflet mis en mouvement par une machine à vapeur. Lorsque la planche était à une certaine distance de l'orifice de la tuyère, elle était fortement repoussée; si on la rapprochait du plan de cet orifice, elle était portée vers ce plan, comme si la répulsion se fût changée en attraction. Cet effet n'a lieu qu'autant que le bout de la tuyère est engagé dans un revêtement, et aboutit à fleur d'une face plane de ce revêtement.

M. Clément a le premier reconnu que l'air atmosphérique agissait, en cette circonstance, sur la planche, comme sur les parois extérieures d'un ajutage conique, par lequel on fait couler de l'eau. Ce savant, revenu à Paris, a fait voir sur une chaudière qu'il avait à sa disposition, que la vapeur d'eau à la pression de deux à trois atmosphères, produisait un effet semblable à celui du vent d'un soufflet de grosse forge. Il adapta à la chaudière un tuyau cylindrique vertical, terminé par une plaque circulaire du diamètre d'environ un décimètre, au centre de laquelle était un orifice circulaire d'un plus petit diamètre.

Lorsque la vapeur sort par cet orifice, on approche de la plaque un disque circulaire de même diamètre, et on remarque que le disque porté vers la plaque y adhère, comme s'il était attiré par une force qui agirait en sens contraire de la pesanteur. Des points plus ou moins saillans sur les faces du disque ou de la plaque en regard, déter-

nimient la distance de ces faces. M. Clément a exposé les faits que nous venons de rapporter, dans un Mémoire qu'il a lu à l'Académie royale des Sciences le 6 décembre 1826, et qui est renvoyé à l'examen des commissaires.

Le 11 avril 1827, j'ai répété l'expérience principale de M. Clément, à la séance de la Société d'Encouragement, en faisant usage d'un soufflet d'appartement à double vent, dont la tuyère aboutissait à une plaque de cuivre. J'ai annoncé, le même jour, que l'adhérence d'un disque opposé à la plaque ne dépendait pas essentiellement de l'expansibilité de l'air du soufflet, et que j'avais obtenu des effets semblables à ceux qui ont été observés par M. Clément, en faisant couler de l'eau entre des disques très-rapprochés, dont j'avais varié les courbures.

A la séance de la Société philomatique, du 13 avril 1827, j'ai présenté un tube coudé, au moyen duquel on produit, par le souffle de la bouche, les mêmes phénomènes que par la machine soufflante de Fourchambault, ou par la chaudière de M. Clément.

L'étude de ces phénomènes conduit à cette question : Déterminer la pression en chaque point des surfaces extérieure et intérieure d'un vase qui est rempli d'un liquide ou d'un gaz, en supposant que ce vase se vide dans l'atmosphère, 1° par un orifice en mince paroi, 2° par un ajutage, 3° par une zone comprise entre deux surfaces très-rapprochées. C'est pour arriver à la solution de cette question, que j'ai cherché à simplifier les appareils employés précédemment, et que j'ai fait plusieurs expériences dont j'ai rendu compte dans les notes

suivantes, qui ont été lues à la séance de la Société philomatique du 28 avril.

Expériences sur l'écoulement des gaz, entre des surfaces très-rapprochées.

Le fait principal observé par MM. Thenard et Clément résulte de l'action combinée du choc de l'air contre une plaque, et de la pression atmosphérique sur la même plaque. Toutes les circonstances de cette action se manifestent avec évidence au moyen de l'instrument très-simple que je vais décrire et qui est représenté *fig.* 2, 3 à l'échelle $\frac{1}{2}$.

ABCD (*fig.* 2) est un tube recourbé en fer-blanc ou en verre, terminé par une plaque circulaire *CD* de fer-blanc. Au centre de la plaque est un orifice *E* de trois à quatre millimètres de diamètre. Trois ou quatre petites lames de fer-blanc sont soudées sur les bords de la plaque, et ont pour objet de retenir vis-à-vis la plaque, un disque, de même diamètre que la plaque, et de telle matière qu'on voudra.

L'instrument peut encore se réduire (*fig.* 4) à une seule plaque *CD* de fer-blanc, au centre de laquelle est un petit orifice couvert par un tube droit *AE*, soudé sur la plaque. On peut même substituer à la plaque *CD*, en fer-blanc ou de tout autre métal, une bonde en liége, ou une tranche d'un gros bouchon.

EXPÉRIENCE.

Le tuyau coudé (*fig.* 2) est dans une position telle que la plaque *CD* soit à peu près horizontale; on pose sur cette plaque un disque *D'C'*, de telle matière qu'on

veut, flexible ou inflexible; on souffle en *A* avec toute la force dont on est capable, et, quelque léger que soit le disque, il ne s'écarte pas de la plaque.

Renversant le tuyau, comme il est indiqué (*fig.* 3), et ajoutant en *A* un second tube *A'a* qui entre à frottement sur l'extrémité *A* du premier tube *AB*, on souffle en *A'*; l'air soufflé passe par l'orifice *E*, et entre dans l'atmosphère par la zone cylindrique comprise entre les bords de la plaque *CD* et du disque *C'D'*. Non-seulement le disque ne tombe pas, mais il est poussé vers la plaque *CD* par une force plus grande que celle qui est nécessaire pour faire équilibre à son poids.

Les lames en fer-blanc, soudées sur les bords de la plaque *CD* (*fig.* 3) aboutissent à un anneau *GH*; un support *G'H'* en liége ou autre matière glisse à frottement contre les lames, et tient un disque de papier ou de carton *C''D''* à telle distance qu'on veut de la plaque *CD*. Réglant cette distance convenablement et soufflant en *A'*, on verra le disque *C''D''* s'approcher de la plaque *CD* et prendre la position *C'D'*, très-voisine de la plaque *CD*.

Les mêmes effets auront lieu pour le disque *C'D'* (*fig.* 4), lorsqu'on soufflera par l'extrémité *A* du tuyau droit *AE*, qu'on tient dans une position à peu près verticale.

Lorsque le disque *C'D'* est flexible et un peu élastique, et qu'on souffle en *A* (*fig.* 2 et 4), ou en *A'* (*fig.* 3), on produit un bruit résultant des battemens successifs du disque sur la plaque *CD*. (1) et (2)

---

(1) Ayant eu l'idée de répéter l'expérience de M. Clément, en substituant à des machines soufflantes et des chaudières,

Explication de l'Expérience.

L'air est poussé de l'embouchure *A* du tube vers l'orifice *E* de la plaque *CD*; il frappe la partie du

---

un soufflet d'appartement ou un simple tuyau embouché, j'ai employé le même moyen pour faire vibrer des disques de papier et de carton; mais je n'avais produit par ces vibrations irrégulières, correspondantes à des inflexions peu symétriques, que des sons confus. M. Savart, conservateur du Cabinet de Physique du Collége de France, dont les savans connaissent les nouvelles recherches sur l'acoustique, a obtenu des sons très-réguliers en prenant, au lieu de disques de papier, des plaques métalliques. Cette nouvelle expérience d'acoustique a été l'objet d'une Note lue par M. Arago à l'Académie royale des Sciences le 30 avril 1827.

(2) M. Cagniard-Latour avait depuis long-temps remarqué sur l'instrument de son invention, qu'il a nommé *sirène*, un mouvement composé, dont la vue de mes appareils lui a rappelé le souvenir. Voici les circonstances qui déterminent ce mouvement :

Soit *EFGH* (fig. *a*, échelle $\frac{1}{4}$), le disque en cuivre d'une sirène, percé de vingt-quatre trous cylindriques, obliques par rapport au plan du disque, et dont les axes sont rangés sur un hyperboloïde de révolution. Ce disque est vissé au-dessous d'un cylindre *gh*, auquel est adapté un tuyau *ABC*, garni d'un robinet *QR*. Un fil métallique *IK*, perpendiculaire au plan de ce disque et passant par son centre, est fixé par ses deux extrémités *I* et *K*; il traverse un second disque *G'H'* en papier ou carton, et passe par son centre. Une rondelle de liége *G"H"*, qui glisse à frottement entre les deux montans *LM*, *NO*, détermine la distance de la plaque

disque opposée à cet orifice, et la pression moyenne sur cette partie du disque est plus grande que la pression atmosphérique. L'air soufflé prend la place de l'air compris entre la plaque et le disque qui lui est opposé; il se meut dans cet intervalle avec une vitesse qui décroît à partir des bords de l'orifice; la force élastique de cet air décroît en même temps de manière que sa pression moyenne entre la plaque et la face intérieure du disque devient moindre que la pression atmosphérique, et comme cette dernière pression s'exerce sur toute la face extérieure du disque $C'D'$, ce disque,

---

$EFGH$ et du disque $G'H'$. L'extrémité K du fil IK est retenue par une épingle, dans l'épaisseur de la traverse LN soutenue par les deux montans LM, NO. Tout étant ainsi disposé, on souffle en A dans le tuyau ABC; l'air soufflé remplit le cylindre gh, et se divise en jets qui entrent dans l'atmosphère. Le disque $G'H'$ est frappé obliquement de haut en bas par chaque filet d'air. Ce choc le fait tourner sur le fil IK comme axe, et tend à l'écarter de la plaque $EFGH$, au-delà du support $G''H''$. Les molécules d'air qui frappent le disque, se meuvent dans le plan de ce disque, suivant les tangentes d'une même circonférence; et comme le disque tourne, elles sont animées d'une force centrifuge qui se transmet au volume d'air compris entre le disque et la plaque. Ce volume d'air en mouvement exerce sur l'une des faces du disque de papier, une pression moyenne moindre que la pression atmosphérique qui agit sur la face opposée. Cette dernière pression extérieure étant supérieure à la pression intérieure opposée, il en résulte ce fait curieux de dynamique, que le disque tourne et s'élève en tournant, vers la plaque, quoique son poids et le choc de l'air tendent à l'écarter de cette plaque.

soumis à deux pressions contraires sur des faces opposées, obéit à la plus grande; d'où il suit que le disque $C'D'$ doit être poussé vers la plaque CD. (1)

---

(1) Soit d la distance de la plaque CD (*fig.* 2) et du disque $C'D'$;

K l'aire de la plaque ou du disque qu'on suppose de même diamètre;

k l'aire de l'orifice par lequel l'air passe du tuyau dans l'espace compris entre la plaque et le disque;

p l'unité de pression exercée par l'air qu'on souffle en A (*fig.* 2), ou en A' (*fig.* 3), sur la portion E' du disque, opposée à l'orifice E de la plaque, portion dont l'aire est k;

p' l'unité de pression moyenne exercée par l'air soufflé sur la portion du disque, dont la surface est $K-k$;

P la pression atmosphérique sur l'unité de surface;

le disque $C'D'$, qu'on suppose inflexible, sera, abstraction faite de son poids, soumis à deux pressions, l'une extérieure égale à KP, qui tend à le rapprocher de la plaque CD; l'autre intérieure qui tend à l'écarter de cette plaque, et qui se compose de deux pressions exprimées respectivement par kp et par $(K-k)p'$. Si la première pression est plus grande que la seconde, on aura :

$$KP > kp + p'(K-k), \text{ ou } K(P-p') > k(p-p') \dots (1).$$

Toutes les circonstances du mouvement de l'air dans l'espace compris entre la plaque et le disque, dépendent des relations entre les six quantités d, K, k, p, p' P, qui entrent dans l'inégalité (1). Quelle que soit cette relation, cette iné-

Il n'est pas nécessaire que le disque $C'D'$ soit près de l'orifice E du tuyau AE, pour que le choc de l'air soit modifié par la pression atmosphérique.

Soit $C''D''CD$ (*fig.* 5) un vase de la forme d'une cymbale, composé d'un cylindre creux $CDEF$ et d'un bord plat en couronne dont la largeur est $C''F$ ou GD''. Ayant adapté sur le fond CD un tuyau AE qui couvre l'orifice E du diamètre 3 millimètres, on souffle en A contre un disque $C'D'$ voisin du bord plat $C''D''$, et ce disque est poussé vers l'orifice E.

Le vase et le tuyau sont représentés (*fig.* 5) à moitié de

---

galité doit être satisfaite, pour que l'effet du choc de l'air contre le disque opposé à la plaque soit affaibli par la pression atmosphérique.

Supposons que l'aire k de l'orifice soit très-petite par rapport à l'aire K du disque, et que le fluide aériforme qui sort par l'orifice E soit beaucoup plus comprimé que l'air atmosphérique; dans cette hypothèse, la pression p sera plus grande, et la pression p' plus petite que la pression atmosphérique P. La quantité $k(p-p')$, qui forme le second membre de l'inégalité (1), deviendra aussi petite qu'on voudra, par la réduction de k; la quantité $K(P-p')$, qui forme le premier membre, diminuera d'autant moins que p' sera plus petit par rapport à P; ainsi l'on voit qu'il sera très-facile de satisfaire à l'inégalité (1). La difficulté d'y satisfaire augmente, à mesure que la valeur de k approche de celle de K, et c'est le cas ordinaire des soupapes des chaudières des machines à vapeurs. L'inégalité (1) s'applique aussi aux liquides, dont l'écoulement se fait d'un vase qui les contient, dans l'espace compris entre deux surfaces opposées, suffisamment rapprochées.

leur grandeur naturelle ; le poids du disque, augmenté de celui des corps attachés en *P*, équivaut à 12 grammes environ ; ce poids est la mesure de la pression qui résulte d'un souffle ordinaire en *A*, à l'extrémité supérieure du tuyau *AE*.

Lorsqu'on a soufflé à plusieurs reprises sur le disque *C'D'*, ce disque se couvre d'humidité, et on y distingue à l'œil les sillons des filets d'air qui sont dirigés suivant des rayons, et qui aboutissent à une petite circonférence à très-peu-près de même diamètre que l'orifice *E*.

Le disque *C'D'* ayant 54 millimètres de diamètre, la pression de l'atmosphère sur ce disque équivaut à un poids de 23 kilogrammes ; d'où il suit que, dans cette expérience, la pression de l'air soufflé sur la face intérieure du disque, et la pression atmosphérique exercée sur la face extérieure de ce même disque, ne diffèrent entre elles que d'un demi-millième environ de la seconde pression.

En variant les courbures de la plaque et du disque, que l'air soufflé traverse avant d'entrer dans l'atmosphère, j'ai remarqué qu'à distances égales de la plaque et du disque, la plus grande différence des pressions sur les faces opposées du disque, ne correspondait pas aux surfaces planes ; cette différence est plus sensible lorsque l'air s'écoule entre des surfaces sphériques.

Toutes les autres circonstances restant les mêmes, la forme de l'orifice de la plaque modifie les phénomènes. Lorsque cet orifice est un rectangle allongé ou une croix (*fig.* 4, plan.), la différence des pressions sur les faces opposées du disque diminue considérable-

ment. — Les expériences suivantes ont pour objet de mesurer ces pressions, dans le cas particulier où la plaque et le disque étant des cercles de même diamètre, l'orifice de la plaque serait aussi un cercle.

Expériences sur le mouvement de l'air entre deux surfaces planes.

Un tuyau coudé *BB'* (*fig.* 4) a été adapté sur les parois d'une caisse de soufflet de forgeron. Le soufflet étant mis en mouvement au moyen du levier qu'on nomme *branloire*, on entretenait l'air de la caisse à une pression constante, qui était mesurée par une colonne d'eau, au moyen d'un tube à double coude, dont un bout était fixé sur la caisse du soufflet. L'air arrivait par les tuyaux à angle droit *B*, *BB'*, et sortait par l'orifice *E*, pratiqué au centre d'un disque en bois *CD cd*. Un autre disque *C'D'H'* (*fig.* 4) portait une tige pleine ou queue *H'H* qui traverse un plateau *GG'*, et glisse dans un fourreau *KK'*. Cette tige est percée de trous *h*, *h'*. *h''*, destinés à recevoir la cheville qui règle la distance des disques *CD cd* et *C'D'H'*, et qui s'arrête sur le sommet du fourreau *KK'*. Plusieurs montans *CG*, *DG'* sont assemblés dans les disques parallèles *CD*, *GG'*.

Hauteur de la colonne d'eau qui mesurait la pression de l'air dans la caisse du soufflet.	8 centimètres.
Diamètre de l'orifice *E* du disque *CD*.	22 millimètres.
Surface ou aire de l'orifice *E*...	380 millimètres carrés.
Diamètre du disque *C'D'* ou *cd*...	10 centimètres.
Circonférence du disque *C'D'*...	314 millimètres.

Tableau des Expériences.

Distances des disques *CD* et *C′D′*.	Différences de pression sur les deux faces opposées du disque *C′D′*.
1 millimètre...........	55 grammes.
3.....................	45
6.....................	31
13....................	0

A cette distance de 13 millimètres, la pression de l'air du soufflet sur la face intérieure du disque, devient égale à la pression atmosphérique sur la face opposée. Pour cette première série d'expériences, la tige *HH′* était soutenue par un fil *HQP* qui passe sur une poulie dont l'axe de rotation est en *R*; et on mettait d'abord sur le plateau *P* la masse qui faisait équilibre aux frottemens, au poids du disque *C′D′* et de sa tige *HH′*.

Pour continuer les expériences, on a détaché le fil *HPQ* de la tige *HH′*, et on a posé les poids sur le chapiteau *II′* de cette tige. Lorsque la distance des disques surpasse 13 millimètres, le choc de l'air l'emporte sur la pression atmosphérique, le disque est soulevé; les poids qui le maintiennent aux distances indiquées dans la première colonne de ce tableau ont été observés ainsi qu'il suit :

Distances des disques *CD*, *C′D′*.	Poids qui fait équilibre au choc de l'air du soufflet contre le disque *C′D′*.
15 millimètres.........	35 grammes.
19..................	22

On voit par ce tableau que lorsque la distance du disque à la plaque n'est que d'un millimètre, l'air du

soufflet entre dans l'atmosphère par une zone cylindrique de 314 millimètres carrés, puisque la circonférence de cette zone est 314 millimètres et sa hauteur 1 millimètre.

Lorsque la distance est 13 millimètres, la surface de la zone cylindrique est 4082 millimètres carrés. Pour la première distance d'un millimètre, la zone d'écoulement est plus petite en surface que l'orifice; et pour la seconde distance de 13 millimètres, elle est dix fois plus grande. Dans l'un et l'autre cas, l'action du choc de l'air du soufflet contre le disque est diminuée par la pression atmosphérique.

Observations.

La combinaison du choc de l'air et de la pression atmosphérique n'a pas seulement lieu entre deux surfaces planes. La plaque étant supposée terminée par une face plane, la face du disque opposée à celle-là pourrait être légèrement convexe; une grande convexité écarterait trop le disque de la plaque, et si la face du disque était concave, le choc de l'air sur cette face ne serait plus contre-balancé par la pression atmosphérique opposée.

La plaque métallique soudée à l'extrémité de la tuyère du soufflet d'appartement dont il a été question page 5, est du diamètre de 125 millimètres; j'ai posé sur cette plaque un disque de carton aplani, et j'ai collé successivement des feuilles de papier superposées, pour atteindre le nombre de feuilles dont le poids devait faire équilibre à la pression atmosphérique, pendant que le soufflet était en mouvement; ce nombre de feuilles a

augmenté très-sensiblement, lorsque le disque de carton présentait vers la plaque une légère convexité.

Cet effet dû au changement de courbure, a encore été confirmé par des expériences sur l'écoulement de l'eau, dont je rendrai compte dans un autre article.

Du Mouvement de l'air entre une plaque circulaire et un disque de même diamètre, flexible et un peu élastique, posé sur la plaque.

EXPÉRIENCE. (*Fig.* 2.)

On pose sur la plaque *CD* (*fig.* 2), un disque *C'D'* en papier lisse un peu mince; ayant mouillé ce disque vers son centre, en y portant avec le bout du doigt une goutte d'eau; on souffle légèrement en *A*, extrémité du tuyau coudé *ABCD*. Le papier étant un peu transparent dans la partie mouillée, on distingue à l'œil l'ouverture *E* de la plaque, et pendant qu'on souffle en *A*, la partie mouillée se gonfle du dedans en dehors, vis-à-vis l'ouverture *E*, et conserve cette courbure; le reste du disque frémit, et on entend un bruit de sifflement ou de frémissement. En soufflant avec plus de force, le choc de l'air l'emporte sur la pression atmosphérique, et ce disque de papier s'envole. Ces phénomènes deviennent plus sensibles sur un disque de papier d'un plus grand diamètre. J'ai posé sur la plaque métallique du diamètre 124 millimètres, soudée à l'extrémité de la tuyère du soufflet d'appartement, un disque de papier gris, un peu épais et humecté; faisant jouer le soufflet, le disque s'enfle comme dans l'expérience précédente, vis-à-vis l'orifice; il se dé-

prime à une certaine distance de cet orifice, et se détache des bords de la plaque pour donner passage à l'air. La dépression forme momentanément la communication de l'air entre le centre et les bords de la plaque; l'air dont l'écoulement est interrompu augmente en force élastique et s'ouvre un nouveau passage. La dépression et les inflexions précédentes du disque de papier se renouvellent; ce qui produit des sons irréguliers très-intenses qui se mêlent à ceux de la plaque métallique.

Du Mouvement d'un liquide entre deux surfaces, comparé au mouvement d'un fluide aériforme entre les mêmes surfaces.

Les mouvemens du fluide aériforme ou d'un liquide que nous comparons, ont lieu entre deux surfaces S, S', assez rapprochées pour que l'air atmosphérique ne pénètre pas dans l'espace compris entre les deux surfaces. Lorsque le fluide aériforme contenu dans un vase, passe sous une pression donnée dans cet espace, il le remplit par son expansibilité, et il entre dans l'atmosphère par une zone qui a pour limite les bords des deux surfaces S, S', ou de l'une d'elles seulement. Le périmètre de cette zone étant plus grand que celui de l'orifice pratiqué sur la surface S, par lequel le fluide sort du vase qui le contient; il s'ensuit que la vitesse du fluide est décroissante depuis l'orifice jusqu'aux bords de la zone d'écoulement dans l'atmosphère, et comme le fluide en mouvement remplit tout l'espace compris entre la zone et l'orifice, il perd une partie assez considérable de la force élastique qu'il avait dans l'inté-

rieur du vase, pour que sa pression moyenne contre la surface S' soit moindre que la pression atmosphérique. L'expansibilité du fluide n'est pas un élément nécessaire de la différence des pressions exercées sur les côtés opposés de la surface S'. En substituant au fluide aériforme un liquide, l'adhérence du liquide aux surfaces S, S' tient lieu de l'expansibilité. Ces surfaces étant suffisamment rapprochées, l'air atmosphérique ne s'introduit pas dans l'espace qui les sépare ; le liquide remplit cet espace, d'où il sort pour entrer dans l'atmosphère. La vitesse du liquide décroît comme pour le fluide aériforme, depuis l'orifice pratiqué sur la surface S jusqu'aux bords de la surface S', et la pression moyenne que le liquide exerce à l'intérieur sur un côté de la surface S' est moindre que la pression atmosphérique sur le côté opposé.

EXPÉRIENCE.

J'ai réuni deux vases V, V' (*fig.* 7) par un tuyau TT' de 3 centimètres de diamètre et de 5 mètres environ en longueur. Sur le fond CD du vase inférieur V' est une plaque CD_1, au centre de laquelle est un orifice circulaire E. Pendant que l'eau sortait par cet orifice, on a présenté à plusieurs distances de la plaque un disque $C'D'$ chargé d'une masse P, qu'on a déterminée pour chaque distance, de manière que le poids to[illegible] fît équilibre à la différence des pressions sur les faces opposées du disque. Ayant fait varier les surfaces de la plaque et du disque, j'ai reconnu que la plus grande différence ne correspondait pas aux surfaces planes, et qu'il était nécessaire d'entreprendre une série d'expé-

riences pour résoudre la question suivante : « Lors-
« qu'un liquide s'écoule sous une pression donnée entre
« deux surfaces très-rapprochées, quelle est la pression
« exercée par le liquide en chaque point de l'une ou
« l'autre surface. » Le résultat de ces expériences sera le sujet d'un autre article.

NOTE *sur les Sons produits dans l'expérience de M.* Clément.

PAR M. FÉLIX SAVART.

M. CLÉMENT a fait voir que quand un courant de fluide aériforme s'échappait par un orifice percé dans une paroi plane, une lame mince approchée au-devant de cet orifice, loin d'être chassée par le jet de gaz, était au contraire poussée contre la paroi et semblait y adhérer. M. Hachette a varié ce genre de phénomène, et il a montré que pour le produire, il n'était pas indispensable que la force élastique du gaz fût de beaucoup supérieure à celle de l'air atmosphérique. MM. Clément et Hachette ont également remarqué que dans cette expérience il arrivait souvent qu'il se produisait des sons fort graves, sourds et peu agréables, mais que cela n'avait pas toujours lieu. Il m'a semblé qu'il pourrait être utile d'examiner les circonstances qui accompagnent ou qui déterminent la production du son dans cette expérience, c'est là l'objet de cette Note.

Lorsqu'on cherche à se rendre raison de ce phénomène, la première idée qui se présente à l'esprit, c'est

que le disque étant poussé, tantôt contre l'orifice, par la pression atmosphérique, et tantôt dans le sens contraire, par la force élastique du courant d'air, il résulte de ces alternatives une suite de battemens périodiques contre l'air extérieur, à peu près comme cela a lieu dans les anches et dans la syrène de M. Cagnard Latour. Néanmoins, en y réfléchissant, on pouvait prévoir que le phénomène dépendait d'une autre cause, et que les sons obtenus étaient produits par les vibrations propres des disques eux-mêmes. C'est aussi ce que l'expérience confirme parfaitement. En effet, on trouve que si, vis-à-vis d'un même orifice, on place des disques de différens diamètres, mais d'égale épaisseur, les nombres des vibrations sont comme les carrés renversés des diamètres, ainsi que cela a lieu pour les lames circulaires ébranlées directement; et en outre quand on fait résonner les disques à l'aide d'un archet, on reconnaît que les modes de division étant les mêmes que dans le cas de l'ébranlement par le courant d'air, les sons sont aussi les mêmes. Ce phénomène s'explique très-facilement lorsqu'on fait attention que quand on place près de l'orifice un disque très-mince et non élastique, par exemple, une lame circulaire de papier, son centre, poussé par la pression atmosphérique, devient convexe et reste dans cet état tant que le jet d'air continue à s'écouler; car il est clair, d'après cela, que si l'on fait la même expérience avec un disque formé de quelque substance élastique, le même effet se produira d'abord, mais qu'ensuite, en vertu de son élasticité, le disque se courbera dans le sens opposé, puisqu'il redeviendra convexe, et ainsi de suite, de sorte

que si on le recouvre d'une poussière fine, il se formera une, deux, trois...... lignes nodales circulaires selon les dimensions de la lame qu'on emploiera, et selon la vitesse plus ou moins grande du courant d'air. En un mot, on pourra obtenir tous les modes de division qui peuvent se produire lorsqu'un disque est ébranlé par son centre, dans une direction normale à ses faces, par exemple, par un mince tube de verre qu'on frotte longitudinalement avec les doigts mouillés. Les modes de division qui se présentent dans ces deux circonstances sont tout-à-fait analogues, ils ne sont pas bornés aux lignes nodales circulaires; ils sont, au contraire, très-variés. Il est clair que dans l'un et l'autre cas on n'obtiendra aucun des modes de divison où il y a des lignes nodales diamétrales, ou même un point immobile au centre des disques, pourvu cependant qu'ils soient parfaitement plans; car si cela n'avait pas lieu on conçoit que le phénomène deviendrait beaucoup plus compliqué, de même que si le centre de la lame circulaire ne correspondait pas exactement à celui de l'orifice. Ce dernier cas se présente souvent, alors il arrive ou qu'il ne se produit aucun son, ou que si l'on en obtient un, il est ronflant et très-grave : en examinant le disque de près, on observe qu'un point de sa circonférence est en contact avec la paroi qui porte l'orifice, tandis que le point diamétralement opposé en est, au contraire, écarté d'une petite quantité; de sorte qu'on a, dans ce cas, un exemple de vibration d'une lame circulaire appuyée par un point de son contour et libre dans le reste de son étendue.

Lorsque les disques qu'on fait résonner par ce pro-

cédé présentent une ligne nodale circulaire, les sons qu'on obtient ne sont pas dénués d'agrément; ils ont un timbre particulier qui ne déplaît pas, et ils sont susceptibles d'être renforcés par les vibrations de colonnes d'air placées au-dessus des disques, et ébranlées par communication.

Ces expériences peuvent être variées d'un grand nombre de manières, qui conduisent toutes à ce résultat, que l'action du courant d'air, réunie à celle de la pression atmosphérique, constitue un genre particulier d'ébranlement qui ne diffère pas essentiellement de tous ceux qu'on peut employer, quoiqu'il soit fort remarquable en ce que les corps qui y sont soumis sont parfaitement libres dans toute leur étendue; ce qui permettra peut-être de l'employer par la suite pour étudier certaines modifications apportées dans l'état des corps. On conçoit que par ce procédé on peut faire vibrer des lames de toute sorte de forme, ainsi que des membranes.

On peut faire ces expériences au moyen d'une lame de bois unie à un tube recourbé en forme d'S, dans lequel on souffle comme dans un instrument à vent; on place les disques sur la lame de bois, en disposant autour de leur circonférence de petits obstacles pour les empêcher de glisser dans le sens horizontal. Les disques que j'ai employés étaient de cuivre, ils avaient environ un tiers de millimètre d'épaisseur; le diamètre des plus grands n'excédait pas un décimètre.

COPIE *du Journal d'expériences sur les Fèves de Marais, commencé le 7 mars 1808, par MM.* CORREA DE SERRA *et* VAUQUELIN.

En lisant, dans les *Annales de Chimie*, janvier 1827, l'intéressant travail de M. Braconnot sur les pois et les haricots, je me suis rappelé une ébauche d'analyse que j'avais commencée en 1808, conjointement avec M. Correa de Serra, que les sciences, et particulièrement la botanique, ont perdu beaucoup trop tôt.

Les Notes que j'avais tenues à ce sujet, me paraissant présenter quelques points d'analogie avec ce qu'a observé M. Braconnot sur les pois et les haricots, je crois devoir les faire connaître, non pour réclamer la priorité en ma faveur et diminuer le mérite des résultats obtenus par l'habile chimiste de Nancy, puisque je n'ai aucun moyen de prouver, pas même par le témoignage de celui avec lequel j'avais commencé ces recherches, qu'en effet elles datent de 1808, mais seulement pour l'amour de la vérité et l'intérêt de la science.

L'on verra au surplus par l'état incomplet où sont restées les Notes que je vais transcrire sans changement au fond, que le travail n'est pas d'aujourd'hui.

Je n'aurais pas même attendu jusqu'à ce jour à publier ou plutôt à perfectionner ces aperçus, si une maladie de cinq mois, dont je suis à peine convalescent, m'avait permis de me livrer à des travaux de laboratoire; mais je compte m'y remettre aussitôt que je pourrai, afin de terminer les parties qui sont impar-

faites, et ajouter quelques faits nouveaux si je suis assez heureux pour en trouver.

§ I[er]. *Copie littérale du Journal.*

Le 7 mars, on a mis un litre de fèves de marais tremper dans de l'eau de fontaine, pour en enlever la peau et séparer le germe des cotylédons.

Deux jours après, on a broyé dans un mortier de marbre une certaine quantité de germes exactement détachés des cotylédons, et on les a mis en macération, à une chaleur douce, dans de l'alcool à 38°.

Ces germes ayant absorbé une petite quantité d'eau pendant que les fèves y ont séjourné, ils ont formé, par le broiement, une espèce d'émulsion visqueuse comme un mucilage; mais lorsqu'on a mis cette pâte, bien liée, dans l'alcool, elle s'est coagulée, durcie et séparée sous forme de grumeaux, en même temps qu'elle a blanchi.

L'alcool dans lequel avaient ainsi séjourné les germes de fèves de marais a fourni, après l'évaporation, une matière jaune-brunâtre, luisante comme une gomme d'une saveur légèrement sucrée, et ayant une odeur de noix fraîches.

Cette substance, légèrement acide, n'est pas entièrement soluble dans l'eau; elle laisse une matière blanche qui a l'aspect d'une graisse. En effet, mise sur le papier Joseph, elle le pénètre à l'aide de la chaleur, et lui donne la transparence du papier huilé : d'une autre part, exposée sur les charbons ardens, elle pétille, se fond et répand une fumée blanche ayant l'odeur de la graisse qui contiendrait une petite quantité de matière

animale. Il ne nous paraît pas douteux, d'après cela, que ce corps ne soit de la nature des graisses.

La partie soluble dans l'eau, communique une couleur jaunâtre, une légère saveur sucrée et une odeur semblable à celle de la noix fraîche. Cette dissolution est précipitée par les acides minéraux, par l'eau de chaux et l'infusion de noix de galles.

§ II. *Traitement par l'eau des germes de fèves de marais qui avaient subi l'action de l'alcool.*

Les germes de fèves de marais déjà traités par l'alcool, ayant été mis dans l'eau pendant quelques jours, se sont *aussitôt* gonflés et ont repris la demi-transparence que l'alcool leur avait fait perdre. L'eau acquiert, dans ce cas, de la viscosité et la propriété de mousser comme une dissolution de savon.

Cette dissolution, filtrée et évaporée à une très-douce chaleur, a laissé sur le vase un enduit lisse, cassant et transparent comme du blanc d'œuf desséché. Cette matière, mise sur un charbon ardent, se boursoufle promptement, et répand une odeur ammoniacale fétide.

Redissoute dans l'eau, cette matière est précipitée par la dissolution de tannin et par l'acide faible, absolument comme l'albumine; ce qui semble annoncer que les germes de fèves de marais contiennent une véritable albumine semblable à celle qui existe dans les animaux.

§ III. *Distillation des germes de fèves de marais épuisés par l'alcool et par l'eau.*

Le résidu des germes de fèves de marais, distillé à feu nu, a donné une eau rousse en très-petite quantité,

une huile rouge-brunâtre, une quantité notable de carbonate d'ammoniaque qui a cristallisé dans le col de la cornue. Le charbon conservait à peu près le même volume que la matière qui lui avait donné naissance : il a brûlé avec beaucoup de difficulté, et même il été impossible d'en obtenir une cendre blanche. Cette cendre, mise avec l'acide muriatique, lui a communiqué une couleur jaune, sans produire d'effervescence.

La solution muriatique de cette cendre étendue d'eau n'avait plus de couleur; l'ammoniaque en a précipité une matière qui avait l'apparence du phosphate calcaire; le prussiate de potasse y a fait naître une couleur bleue qui indiquait la présence du fer. La liqueur précipitée par l'ammoniaque n'était pas troublée par le sous-carbonate de potasse; par conséquent elle ne contenait pas de chaux.

§ V. *Examen de l'eau où les fèves de marais avaient trempé.*

L'eau dans laquelle on avait fait tremper les fèves de marais pour les dépouiller de leurs enveloppes, avait acquis une couleur jaune, une saveur semblable à celle des fèves de marais vertes; elle rougissait la teinture de tournesol, donnait une couleur bleue au persulfate de fer, précipitait l'eau de chaux en flocons rougeâtres comme de l'oxide de fer, l'acétate de plomb en blanc jaunâtre, et nullement l'infusion de noix de galle.

La peau détachée des fèves de marais, mise une seconde fois dans l'eau chaude, lui communiqua les mêmes propriétés qu'à la première; ce qui prouve qu'elles proviennent des enveloppes seulement.

Un troisième et un quatrième lavage de ces enveloppes, à l'eau bouillante, avaient encore les mêmes qualités, puisqu'ils rougissaient la teinture de tournesol, précipitaient la solution de colle forte, noircissaient le sulfate de fer, etc.

Quoique ces écorces eussent été lavées plusieurs fois, ainsi qu'on vient de le dire, elles noircissaient immédiatement par l'application d'un peu de sulfate de fer; enfin, réduites en pulpe et lavées encore avec de l'eau distillée bouillante, elles noircissaient toujours par le contact d'un sel de fer. Ces enveloppes seraient-elles donc entièrement formées de tannin et d'une matière végéto-animale ?

Une portion de ces peaux réduites en pulpe, a été soumise à l'action d'une légère solution de potasse chaude. La liqueur s'est bientôt colorée en rouge pourpre, la portion de pulpe non dissoute a pris la même couleur. L'acide acétique a précipité de la liqueur filtrée, sous forme de flocons gélatineux, la substance qui y était dissoute, et elle n'a conservé qu'une très-faible couleur. La liqueur, ainsi dépouillée de la matière des enveloppes de fèves de marais, ne colorait plus en bleu le persulfate de fer; seulement le mélange a pris une couleur brunâtre. La matière précipitée par l'acide nitrique a, au contraire, noirci fortement avec le sulfate de fer, en sorte que le tannin paraît avoir été dissous par la potasse, d'où il a été précipité ensuite par l'acide acétique à l'aide de la matière végéto-animale.

Ces faits nous paraissent propres à résoudre affirmativement la question qu'on s'est faite plus haut, savoir si les enveloppes de fèves de marais sont entièrement

formées de tannin et de matière végéto-animale; mais nous verrons plus bas qu'il entre aussi dans leur composition une quantité notable de fer et de phosphate de chaux.

Cette matière, après avoir été dissoute par la potasse, précipitée ensuite par l'acide acétique et lavée, perd beaucoup de son volume par la dessication, se boursouffle considérablement au feu, en répandant l'odeur mixte des matières végétales et animales, cependant plus végétale qu'animale.

L'incinération en est difficile, la partie charbonneuse résiste long-temps à l'action de la chaleur, soit à cause d'un peu de muriate de potasse qui y reste adhérent, soit à cause de la présence du fer. La cendre, très-peu abondante, n'a fourni que des atomes de fer et de chaux carbonatée et phosphatée. Nous pensons que cette substance a beaucoup d'analogie avec le principe végétal connu sous le nom de *matière gélatineuse*, lequel est combiné la plupart du temps, dans les végétaux, avec un acide qui le rend soluble. (*Journal.*)

La liqueur d'où la matière qu'on vient de signaler avait été précipitée par l'acide acétique, évaporée à siccité, a laissé un résidu brun-rougeâtre, déliquescent, contenant un peu d'acétate de potasse. Ce résidu, exposé au feu, s'est considérablement boursoufflé; il a formé une sorte de champignon très-volumineux de charbon, qui, en se détruisant, a laissé une cendre blanche abondante, contenant de la potasse. Cette cendre a été traitée par l'eau (1).

---

(1) Cette opération en resta là, au moins on ne trouve point la suite dans le Journal.

§ VI. *Expériences sur l'eau dans laquelle les cotylédons des fèves de marais, dépouillés de leurs enveloppes, avaient trempé pendant quatre jours.*

Cette eau avait un aspect légèrement laiteux, ne filtrait que difficilement et toujours trouble; elle rougissait la teinture de tournesol, et précipitait l'eau de chaux. Abandonnée à elle-même, à une température de 10°, cette eau s'est couverte d'une pellicule blanche comme muqueuse, a acquis une odeur aigre, semblable à celle du levain de froment; elle rougissait alors fortement la teinture de tournesol. Elle a été soumise à l'évaporation par une chaleur (1).

Le 16 mars 1808.

§ VII. *Cotylédons des fèves de marais traités par l'alcool.*

Les cotylédons des fèves de marais qui avaient trempé dans l'eau, furent broyés et réduits en pulpe très-homogène dans un mortier de marbre. En cet état, on les mit avec de l'alcool à 38°, qui coagula sur-le-champ la matière, et lui fit prendre une couleur blanche mate. Bientôt, à l'aide de la chaleur, l'alcool prit une teinte jaune de citron, et une odeur de levain.

L'alcool filtré, fut distillé ensuite à peu près aux $\frac{7}{8}$ dans une cornue de verre : la portion restée dans la cornue se prit, par le refroidissement, en une gelée transparente et peu consistante. Cette matière reprit, par l'agitation, assez de liquidité pour pouvoir sortir du vase.

---

(1) La suite de cette opération manque.

Voici les propriétés que ce liquide nous à présentées : 1°. il avait une couleur jaune brune, une saveur sucrée d'abord, mais qui laissait à la longue un arrière-goût de savon; 2°. elle était abondamment précipitée par les acides en flocons blancs qui se rassemblaient bientôt à la surface de la liqueur; 3°. elle était également précipitée par l'eau de chaux en flocons qui tombaient au fond de la liqueur; 4°. elle rougissait légèrement la teinture de tournesol.

Cette liqueur, en s'évaporant, se couvre d'une pellicule jaune, demi-transparente et molle, dont la saveur était absolument semblable, quoique moins forte, à celle du savon mou. La liqueur qui restait sous cette pellicule devenait de plus en plus sucrée à mesure qu'elle se concentrait.

D'après les propriétés qui viennent d'être énoncées, il semble que cette liqueur contienne un véritable savon. Sa saveur, la faculté de former une gelée par le refroidissement, sa décompósition par l'eau de chaux, les acides, les sels calcaires, etc., sont autant de caractères qui appartiennent aux savons; mais l'acidité de cette matière ne permet pas d'admettre cette idée.

Lorsque la plus grande partie de la liqueur ci-dessus fut évaporée, il resta une matière jaunâtre, filante, qui avait une saveur sucrée très-marquée, mais avec un arrière-goût de savon, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Une petite quantité de cette matière, brûlée dans un creuset de platine, a donné un charbon difficile à brûler, et dont le lavage a fourni une quantité notable de potasse, reconnue par sa combinaison avec

l'acide nitrique, et par le précipité jaune qui y a produit le muriate de platine. Cette potasse ne contenait ni acide sulfurique, ni acide muriatique. Elle était donc combinée à un acide végétal destructible par la chaleur.

§ VIII. Les cotylédons des fèves de marais qui avaient été traités par l'alcool, ont été délayés dans de l'eau et jetés sur un tamis de soie où ils ont été agités avec la main dans l'intention de séparer la partie amylacée de la matière végéto-animale.

L'amidon s'est, en effet, déposé promptement, et la partie végéto-animale, restant en suspension dans l'eau, lui donnait une couleur blanche comme un lait d'amande. On a filtré la liqueur pour séparer les deux matières dont on vient de parler et obtenir celle qui avait pu se dissoudre dans l'eau.

Cette eau avait un aspect opalin que des filtrations répétées à travers le papier joseph ne lui ont pas fait perdre. Elle était abondamment précipitée par les acides, l'eau de chaux, le tannin, l'acétate de plomb, le muriate d'étain; elle présente, par l'évaporation, des membranes légèrement colorées, gluantes et élastiques. Toute la substance qui était dissoute dans l'eau s'est ainsi réduite en membranes par les progrès de l'évaporation, et la petite portion de liquide qui est restée à la fin, ne paraissait pas contenir autre chose, et n'était pas plus consistante qu'avant l'évaporation.

Les membranes dont on vient de parler pétillent, se contractent comme le parchemin, et exhalent une odeur ammoniacale, semblable à celle des substances ani-

males. Cette substance a une ressemblance presque | faite avec l'albumine animale.

§ IX. La substance des cotylédons de fèves de rais, après avoir été lavée successivement avec cool et avec l'eau, était parfaitement blanche, avait saveur douce, très-analogue à celle des amandes, plutôt des noix fraîches, et n'ayant plus du tout (saveur particulière qui distingue les graines légu neuses de celle des autres végétaux.

La potasse, étendue d'eau, agit promptement cette partie des cotylédons; elle lui donne une trans rence parfaite, et, au bout d'un certain temps, la mollit et la dissout de manière à lui faire prendre l parence d'une gelée, laquelle cependant n'est pas siblement soluble dans l'eau quoiqu'elle soit tran: rente.

Cette combinaison de la matière insoluble des cc lédons et de potasse, desséchée et brûlée dans un c1 set, a donné beaucoup de prussiate de potasse q traité convenablement, a fourni de très-beau bleu Prusse. Cela est encore une preuve que les cotyléd des fèves de marais sont très-animalisés.

§ X. *Distillation et combustion des cotylédons fèves de marais, traités successivement par l'alc et par l'eau.*

Ces cotyléons ont fourni, par la distillation, les n mes produits que les matières animales les mieux ractérisées.

On a obtenu d'abord de l'eau, ensuite une huile | colorée et légère, du carbonate d'ammoniaque crist

lisé abondamment dans le col de la cornue ; enfin, de l'huile épaisse et brune. Le liquide aqueux, reçu dans le récipient, contenait aussi une grande quantité de carbonate d'ammoniaque ; car il rétablissait promptement la couleur du tournesol rougie et faisait une vive effervescence avec les acides.

Si l'on n'avait pas su que ces produits avaient été fournis par une graine végétale, on aurait certainement cru qu'ils provenaient d'une matière animale. Le charbon resté dans la cornue, a donné, par l'incinération, une cendre jaunâtre qui s'est dissoute dans l'acide muriatique sans produire d'effervescence ; la dissolution n'avait pas de couleur ; l'ammoniaque y a formé un précipité floconneux, mais qui, par l'agitation, a pris une forme grenue et cristalline. L'analyse y a fait reconnaître du phosphate de magnésie, mêlé d'un peu de phosphate de chaux et d'oxide de fer.

Ce travail fut suspendu à l'époque où M. Correa quitta Paris pour remplir une mission diplomatique que son Gouvernement lui avait donnée ; les résultats qu'il pouvait offrir étaient encore trop incomplets pour qu'on pût, pour qu'on dût même prendre de décisives conclusions sur la nature des principes qui constituent les fèves de marais, et que les expériences rapportées plus haut avaient signalés.

J'avoue ingénument que je croyais y entrevoir une substance particulière, mais je n'en étais pas convaincu, tant elle me paraissait avoir d'analogie avec l'albumine végétale. C'est probablement la même que M. Braconnot a trouvée dans les pois et les haricots ; cependant

la mienne paraît être soluble dans l'alcool ; il est vr
que celui que j'avais employé n'avait que 38°.

Au reste, je promets de reprendre la suite de c
recherches aussitôt que mes forces me le permettront
que les résultats auxquels je pourrai être conduit, soie
ou non conformes à ceux de M. Braconnot, je le dir
franchement.

Lettre *à M.* Gay-Lussac *sur quelques Combi naisons particulières.*

Par M. Just. Liebig.

M. Bonsdorf vient de publier, dans les *Annale de Chimie*, tom. xxxiv, pag. 142, quelques expé riences sur les combinaisons des chlorures métallique électro-négatifs avec les chlorures électro-positifs, qu lui ont fait conclure que les premières de ces combinai sons jouaient le rôle d'acide envers les autres, et qu'o ne peut pas les considérer comme des sels doubles.

Je m'étais occupé de cet objet il y a quelque temps sous le même point de vue ; mais plusieurs expérience que je vais décrire plus bas étant contraires à la con clusion à laquelle je comptais parvenir, ce travail n'a pa été continué. J'ai obtenu la combinaison du chlorur de mercure avec le chlorure de potassium sous form d'aiguilles soyeuses, groupées en étoiles ; le nouveau sel est précipité quand on met de l'esprit-de-vin dans une solution de chlorure de potassium et de chlorure de mercure en grand excès. 1,826 gr. de sel séchés à 100°, et

chauffés au rouge, ont laissé 0,645 de chlorure de potassium; par conséquent il est composé de 1 at. de chlorure de mercure et de 1 at. de chlorure de potassium. Je n'ai pas pu avoir sous forme cristalline la combinaison de chlorure de mercure avec le chlorure de calcium; il est fort déliquescent.

Les propriétés des autres sels décrits par M. Bonsdorf s'accordent parfaitement avec celles des sels que j'ai obtenus, et des combinaisons de l'iodure de mercure avec les iodures métalliques positifs. On obtient une autre série de sels, qui ne peuvent pas être classés d'après l'opinion de M. Bonsdorf, quand on ajoute à une solution bouillante de chlorure de mercure autant d'iodure de mercure qu'il peut s'en dissoudre : la liqueur, évaporée, ne dépose point d'iodure de mercure, mais refroidie, il se forme un sel blanc qui se cristallise en feuillets triangulaires, ayant l'aspect de fougères. Dissous dans l'eau et mêlé avec une solution de sel ammoniac et de carbonate de soude, il donne un précipité d'hydro-chlorate d'ammoniaque et de mercure à excès de base, et la liqueur contient de l'iodure de potassium. Il est composé de 2 at. de chlorure de mercure et 1 at. d'iodure de mercure. Une solution de chlorure de mercure mêlée avec du cyanure de mercure et évaporée jusqu'à un certain degré, se prend, après le refroidissement, en une masse blanche, qui ne montre point une forme cristalline bien distincte, et qui se liquéfie à une chaleur très-douce. Elle est très-soluble dans l'eau. Le carbonate de potasse y produit un précipité d'un jaune citron, qui se dissout dans les acides sans effervescence en dégageant de l'acide hydro-cyanique.

On obtient des combinaisous d'un autre genre en versant du cyanure de potassium sur du chlorure ou de l'iodure d'argent; ces derniers s'y dissolvent facilement et forment, par l'évaporation, des cristaux. Les sels doubles sont insolubles dans l'esprit-de-vin. On n'obtient pas de combinaison quand on fait bouillir du chlorure ou de l'iodure de potassium avec du cyanure d'argent, mais il se forme avec le premier du chlorure d'argent et du cyanure double d'argent et de potassium; avec le second il se forme de l'iodure d'argent et le même cyanure double. Les derniers sels sont analogues à la combinaison du cyanure de mercure avec l'iodure de potassium qui a été découverte par M. Caillot. On obtient facilement ce sel pur en mêlant une solution alcoolique d'iodure de potassium avec une solution de cyanure de mercure : il est de suite précipité et possède, desséché, une couleur blanche, et un éclat argentin qui le laisse à peine distinguer de l'argent métallique poli. Il ne contient point d'eau de cristallisation; chauffé dans un tube de verre, il se fond; du cyanogène se dégage, ensuite du mercure, et il reste de l'iodure de potassium. Les acides le décomposent en précipitant de l'iodure de mercure, et de l'acide hydro-cyanique devient libre. 1,320 gr. traités avec de l'acide hydro-chlorique étendu d'eau ont fourni 0,610 gr. d'iodure de mercure, 0,235 de chlorure de potassium = 0,5r5 gr. d'iodure de potassium, + 0,805 gr. de cyanure de mercure; il est donc composé de 2 atomes de cyanure et 1 atome d'iodure de potassium.

Une solution bouillante de nitrate de mercure, mêlée avec de l'iodure de potassium, filtrée et évaporée, dé-

pose pendant l'évaporation un sel double composé d'iodure de mercure et de nitrate de mercure en cristaux rouges, écailleux, très-brillans, qui se décompose quand on le fait bouillir avec de l'eau. Ce sel appartient à la classe de corps que M. Woehler a découverts.

Il sera difficile de classer ces sels d'après notre nomenclature actuelle, et, à ce qu'il me semble, on n'y parviendra pas mieux avec l'opinion de M. Bonsdorf. Quoique je croie que l'opinion de M. Bonsdorf diffère peu de celle émise par M. Berzelius sur les combinaisons doubles de l'acide fluorique et sur les sulfo-sels, celle-ci ne me semble cependant pas être conséquente, surtout à l'égard des combinaisons des cyanures électro-négatifs, avec les positifs; car le cyanure d'argent et celui de mercure se comportent avec le cyanure de potassium beaucoup plus comme acide, que le sulfure d'arsenic ne se comporte avec le sulfure de potassium.

J'ai publié dans un autre Journal (1) l'analyse d'un sel double particulier, qui est composé de 2 atomes de chlorure de magnésium, 1 at. de chlorure de potassium et 12 at. d'eau. D'après l'opinion de M. Bonsdorf, on devrait le nommer *chloro-magnésiure de calcium*. Je ne crois pas qu'on puisse considérer la combinaison de ce sel d'une autre manière qu'on a considéré jusqu'à présent la combinaison du sulfate de magnésie avec le sulfate de potasse. Sous ce point de vue, les combinaisons du chlorure de mercure avec des chlorures positifs sont des sels doubles semblables.

---

(1) *Archiv der gezamten Naturwissenchaft* de M. Kastner, t. IX, p. 316.

Mémoire *sur la Substance amère produite par l'action de l'acide nitrique sur l'indigo, la soie et l'aloès.*

Par M. Just. Liebig.

Sous le nom d'*amer d'indigo* et de *M. Welter* on désignait jusqu'à présent deux substances qui par leurs propriétés se rangent parmi les acides. Elles forment des sels qui détonent par la chaleur, et c'est cette propriété qui a donné occasion au travail suivant, commencé avec M. Gay-Lussac, mais qui a été interrompu par mon départ de Paris. Depuis deux ans j'avais repris ce travail; mais tous les résultats qu'il m'avait fournis jusqu'à présent ne méritaient pas d'être publiés.

C'est Hausmann (*Journal de Physique*, mars 1788) qui decouvrit le premier l'amer d'indigo, et après lui ce furent Fourcroy et M. Vauquelin (*Mémoires de l'Institut national*, T. VI) et M. Chevreul (*Annales de Chimie*, t. 72, p. 117), qui s'occupèrent particulièrement de son étude.

M. Chevreul prenait l'amer d'indigo pour une combinaison de l'acide nitrique avec une substance organique particulière. Il l'a obtenu sous forme d'une masse grenue d'un blanc jaunâtre et sous celle d'aiguilles de même couleur, qui produisaient avec la potasse un sel en aiguilles oranges, et avec l'oxide d'argent un sel qui, exposé à la chaleur, détonait. Il a aussi préparé cette dernière combinaison en faisant évaporer l'amer avec le nitrate d'argent.

Je me servis au commencement, pour préparer l'amer

d'indigo, de la méthode indiquée par M. Chevreul, et les résultats que j'en obtins ne différaient en rien de ceux que M. Chevreul a obtenus. Je traitai de l'indigo Guatimala par l'acide nitrique; la résine formée fut séparée de la liqueur et celle-ci évaporée. Pendant l'évaporation j'ajoutai de l'acide nitrique, tant qu'il se dégagea de l'acide nitreux, pour transformer l'acide d'indigo, qui se forme avec la résine, en amer. La liqueur, refroidie, déposa des cristaux feuilletés jaunes, qui, lavés avec de l'eau, colorèrent celle-ci en jaune et la rendirent laiteuse. Lorsque l'eau ne fut plus troublée, il resta un sel blanc qui, dissous dans l'eau, déposa, après le refroidissement, des cristaux d'acide oxalique.

L'eau mère qui restait après la première cristallisation avait une couleur rouge-jaunâtre foncée; mêlée à l'eau de lavage, il s'en sépara du tannin artificiel d'indigo en gouttes huileuses. La liqueur, séparée du tannin artificiel, fut chauffée à l'ébullition et neutralisée par le carbonate de potasse; après le refroidissement, il s'en déposa une grande quantité de cristaux jaunes en aiguilles, qui, cristallisés de nouveau et purifiés d'après la méthode de M. Chevreul, partageaient toutes les propriétés de la combinaison de l'amer avec la potasse qu'il a décrite.

La dissolution de ce sel, mêlée avec du nitrate d'argent et évaporée, fournit, après le refroidissement, de belles aiguilles d'un rouge-jaunâtre qui se dissolvaient difficilement dans l'eau et qui détonaient par la chaleur. 100 parties de ce sel ont donné par l'analyse 16,36 p. c. d'oxide d'argent. Une autre quantité de ce sel préparé

avec une nouvelle portion d'amer contenait sur 100 p. 13,22 d'oxide d'argent. Même avec les plus grands soins que je mis dans cette analyse, les résultats ne s'accordaient jamais, si j'avais employé, pour préparer le sel d'argent, l'amer d'une autre préparation, quoique faite exactement d'après la même méthode et purifiée avec les mêmes soins. Le sel d'argent chauffé au rouge avec de l'oxide de cuivre dégage du gaz acide carbonique et du gaz azote, et le volume du premier est à celui du dernier comme 8:1. Une portion nouvellement préparée de ce sel, traitée de la même manière, a donné 6,5 d'acide carbonique sur 1 d'azote; une autre, 17 d'acide carbonique sur 3 d'azote.

Ces résultats prouvent manifestement qu'en préparant cette substance d'après la méthode de M. Chevreul, sa composition variera toujours; et cela tient surtout à ce que la substance particulière qui se forme, ne peut d'aucune manière être entièrement séparée de la résine ou de la tannine artificielle formées en même temps et en quantité beaucoup plus considérable que l'amer.

Par le procédé suivant on peut obtenir cette substance toujours pure. On traite de l'indigo des Indes orientales (première qualité), grossièrement concassé, avec huit ou dix fois son poids d'acide nitrique d'une force moyenne, à une chaleur très-modérée. Il se dissout avec un fort dégagement de vapeurs d'acide nitreux et un boursoufflement très-considérable. Après que l'écume s'est reposée, on porte la liqueur à l'ébullition; puis on ajoute peu à peu de l'acide nitrique concentré, tant qu'il y a le moindre dégagement de va-

peurs rouges. Il se forme, après le refroidissement de la liqueur, une grande quantité de cristaux jaunes, demi-transparens; et si l'opération est bien faite, on n'obtient ni résine ni tannine artificielle. On lave les cristaux à l'eau froide, et on les fait bouillir avec une quantité d'eau suffisante pour les dissoudre. En cas qu'il y eût à la surface de la solution quelques gouttes huileuses de tannine, on les ôte soigneusement avec du papier joseph. De la liqueur filtrée et refroidie il se dépose des cristaux feuilletés, jaunes, brillans, et qui ne perdent point leur éclat par le lavage.

Pour obtenir cette substance tout-à-fait pure, on redissout les cristaux dans de l'eau bouillante, et on neutralise par le carbonate de potasse. Après le refroidissement il cristallise un sel de potasse qui doit être purifié par des cristallisations réitérées.

En mêlant la première eau mère avec de l'eau, il se produit un précipité brun considérable qui, étant lavé et dissous dans l'eau bouillante et ensuite neutralisé par du carbonate de potasse, donne encore une grande quantité de sel à base de potasse. On redissout tout le sel de potasse obtenu dans les différentes opérations, dans l'eau bouillante; on ajoute à la dissolution de l'acide nitrique, muriatique ou sulfurique, et après le refroidissement on voit cristalliser la substance particulière en feuillets très-brillans, d'un jaune clair, qui ont la plupart la forme des triangles équilatéraux.

Quelquefois on n'obtient pas des cristaux après le traitement de l'indigo par l'acide nitrique; dans ce cas, il faut ajouter de l'eau à la liqueur évaporée, qui produit un précipité duquel on sépare la matière particu-

lière de la manière indiquée. De 4 part. d'indigo on obtient 1 p. de cette substance pure.

Dissoute dans l'eau, cette substance rougit la teinture de tournesol; elle a un goût extrêmement amer; elle agit sur les oxides métalliques comme un fort acide, les dissout avec facilité en les neutralisant parfaitement et en formant des sels qui tous sont cristallisables. Chauffée sur une cuillère d'argent, elle se fond et se volatilise sans se décomposer; exposée à une chaleur forte et subite, elle s'enflamme sans explosion, ainsi que sa vapeur, en produisant une flamme jaune, et laissant pour résidu du charbon. Elle est peu soluble dans l'eau froide, mais beaucoup plus dans l'eau bouillante; sa dissolution prend une couleur plus intense que n'est celle de la substance même. L'éther et l'alcool la dissolvent facilement.

Fondue dans du chlore sec ou avec de l'iode, elle ne se décompose pas; le chlore liquide ne l'attaque pas non plus. A froid, l'acide sulfurique concentré n'agit pas sur elle; à chaud, elle s'y dissout; mais par l'addition de l'eau elle s'en précipite sans avoir subi aucune altération. L'acide hydro-chlorique bouillant n'exerce aucune action sur elle, et l'eau régale ne l'attaque qu'à peine.

Ces résultats prouvent qu'elle ne renferme point d'acide nitrique. Je citerai encore d'autres expériences qui démontrent l'absence d'un oxide d'azote quelconque. Elle ne renferme point d'acide oxalique ni d'autre acide organique; car, en faisant bouillir cet acide particulier, ou sa combinaison, avec la potasse, ou avec du chlorure d'or, il ne se fait point de précipité d'or métallique.

Mêlée avec de l'oxide de cuivre et chauffée au rouge dans un tube de verre, elle dégage un mélange de gaz qui, dans cinq expériences, contenait 20 p. d'azote et 100 p. d'acide carbonique. Une autre portion de cet acide préparé par la décomposition du sel de potasse par l'acide muriatique, et une autre portion précipitée du même sel par de l'acide sulfurique, ont aussi fourni, en les décomposant par l'oxide de cuivre, de l'acide carbonique et de l'azote dans le rapport de 5:1; l'oxide de cuivre qui restait après ces deux dernières expériences ne contenait ni acide hydro-chlorique ni acide sulfurique.

0,0625 gramm. de l'acide (0,004 loth poids de Darmstadt), décomposés avec de l'oxide de cuivre d'après le procédé connu, ont donné à $16^{\circ},1$ c. et à $27^{p.}\ 1^{lig.},9$ du baromètre, 49,2 centim. cub. de gaz, qui, réduits à 0° c. et à la pression de 28 pouc., donnent 45 cent. cub. L'acide est composé, d'après cette analyse, de :

		En 100 parties.
Carbone...	0,020245	32,3920;
Azote.....	0,009509	15,2144;
Oxigène...	0,032746	52,3936.
	0,062500	100,0000.

Le poids de l'eau obtenue dans cette analyse était 0,0053 gr.; la perte du tube 0,076 gr.

Dans une autre expérience, 0,05469 gr. (0,0038 loth poids de Darmstadt) ont donné à $15^{\circ},1$ c. et à $27^{p.}\ 5^{lig.},6$ du baromètre, 41,1 centim. cub. de gaz; c'est à 0° c. et 28 p. du barom. 38,24 centimèt. cub. Calculant l'analyse d'après ces données, on obtient :

		En 100 parties.
Carbone...	0,017204	31,457 ;
Azote.....	0,008076	14,766 ;
Oxigène...	0,029410	53,777.
	0,054690	100,000.

L'acide renferme, d'après cette analyse, l'oxigène .... = 10 ;

12 ½	atomes de carbone	93,75	en cent parties	31,5128 ;
2 ½	d'azote	23,75		14,7060 ;
16	d'oxigène	160,00		53,7812.
Le nombre équivalent de l'acide est..		297,50		100,0000.

Les équivalens exprimés dans cette formule, quoique s'accordant bien avec la loi des proportions définies, mais non pas avec la théorie atomistique qui exclut les demi-atomes, je ne me suis déterminé à ne les admettre qu'après avoir constaté par des expériences réitérées que ces élémens ne se trouvent que dans les proportions indiquées. Parmi les analyses faites, la première, dont les résultats sont indiqués ci-dessus, diffère le plus, et l'autre le moins du résultat du calcul, et la différence même de la première n'est pas trop grande.

100 part. d'acide neutralisent une quantité de base dont l'oxigène est = 3,26, et qui est à l'oxigène de l'acide comme 1 : 16 : le nombre équivalent de l'acide est, d'après l'analyse du sel de baryte, = 306,3 ; en ajoutant à la quantité de baryte trouvée par l'analyse ¼ p. c. on aurait 297,5, c'est-à-dire le nombre exprimé par la formule.

Dans cette analyse, on a obtenu 0,0068 gr. d'eau, et dans toutes les autres, sa quantité ne surpassait pas celle-ci. Je n'ai pas compté l'hydrogène au nombre des élémens de cet acide, parce que l'eau n'était pas produite par la décomposition de l'acide, mais qu'elle provenait de l'oxide de cuivre, n'ayant malheureusement point de machine pneumatique à ma disposition.

Une quantité égale d'oxide de cuivre, traitée de la même manière et avec les mêmes soins que dans l'analyse du mélange, m'a toujours donné de l'eau, dont la quantité était tantôt plus, tantôt moins grande; mais il y a encore des motifs de théorie qui permettent de douter de la présence de l'hydrogène comme partie constituante de l'acide, si l'on a égard aux circonstances de sa formation, à sa manière de se comporter avec le chlore et avec le chlorure d'or.

L'azote étant au carbonne comme 1 : 5 et l'oxigène de la base des sels formés de cet acide étant à l'oxigène de l'acide comme 1 : 16, on peut déjà en conclure approximativement sa composition; cependant le rapport remarquable de l'azote au carbone, 1 : 5, ou 5 : 25, peut être démontré par des expériences directes. En effet, l'acide, décomposé avec l'oxide de cuivre, dégage de l'azote et de l'acide carbonique dans le rapport de 1 : 5 ou de 5 : 25 : d'une autre part, j'ai traité le sel de potasse et de baryte avec de l'oxide de cuivre de la même manière, et les dernières portions des gaz obtenus renfermaient 92 part. de gaz acide carbonique, et 20 d'azote; dans une autre expérience, on a obtenu 45 part. d'acide carbonique et 10 part. d'azote. Le rapport de l'azote au gaz acide carbonique est de 5 : 23,

et c'est justement ce rapport qu'on a dû obtenir, parce que la potasse et la baryte avaient dû retenir a part. d'acide carbonique.

Quand on mêle cet acide avec du chlorure de potassium, et qu'on le chauffe au rouge dans un tube de verre, il se dégage un mélange de gaz qui contient 19 vol. d'acide carbonique et 5 vol. d'azote; mais comme sans doute une partie de carbone manquant est changée en acide carbonique par l'oxigène de l'air dans l'intérieur du tube, et comme on ne peut pas déterminer avec sûreté si tout l'azote a été dégagé, ou si peut-être une partie était restée unie au carbone, on ne peut en rien conclure.

Les gaz qui se dégageaient dans ces différentes opérations ne contenaient ni du gaz oxide de carbone, ni de l'acide nitreux, ni aucun autre oxide d'azote. Pour m'assurer directement de l'absence de ces derniers, j'ai chauffé l'acide avec du chlorate de potasse, et j'ai fait passer le gaz, qui se dégageait et qui n'était nullement coloré, dans une solution de carbonate de potasse, mais je n'ai pu y découvrir le moindre dégagement d'acide carbonique, et le liquide ne contenait point d'acide nitrique. Pour pouvoir découvrir l'acide nitrique dans la solution, je me suis servi d'une méthode qui me paraît nouvelle, et à l'aide de laquelle on peut démontrer la présence de $\frac{1}{400}$ d'acide nitrique.

A cet effet, on mêle le liquide à examiner avec autant d'indigo qu'il en est nécessaire pour le colorer en bleu distinct; on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, et on chauffe à l'ébullition. Si le liquide contenait un nitrate, il sera décoloré, ou si sa quantité était moindre, la couleur bleue passerait au

jaune. En ajoutant au liquide un peu de muriate de soude avant de l'avoir chauffé, on découvrira encore facilement $\frac{1}{500}$ d'acide nitrique.

Pour préparer l'amer de Welter, on traite de la soie avec 10 à 12 fois son poids d'acide nitrique. Le liquide restant, peu coloré, prend une couleur d'un jaune foncé par addition de l'eau. On le neutralise à chaud par le carbonate de potasse; on laisse refroidir, et on sépare l'acide particulier du sel de potasse par l'acide nitrique, ou muriatique, ou sulfurique. Cet acide cristallise de la même manière que l'acide obtenu par le traitement de l'indigo; il forme des sels qui ont la même forme, et partagent les mêmes propriétés avec ceux du dernier, et sa composition n'en diffère pas non plus; la soie cependant fournit beaucoup moins de cet acide que l'indigo.

Je crois que le nom d'*acide carbazotique* (Kohlenstickstoffsäure) serait celui qui conviendrait le mieux à cet acide, d'autant plus qu'il exprimerait en même temps sa composition : j'aurais préféré le nom d'*acide amer* (Bittersäure) à tout autre s'il ne pouvait pas donner lieu à des confusions, puisqu'on a déjà donné ce nom à une autre substance, et parce qu'il peut encore y avoir d'autres acides qui pourraient former des sels amers.

Je passe maintenant à la description des combinaisons formées par cet acide avec quelques oxides, d'autant plus que je crois que leurs propriétés peuvent offrir quelque intérêt.

Carbazotate de potasse. Ce sel cristallise en longues aiguilles jaunes, quadrilatères, demi-transparentes, très-brillantes; il se dissout dans 260 part. d'eau à 15° c.

Dans l'eau bouillante, il est beaucoup plus soluble: une solution concentrée bouillante se prend, en se refroidissant, en une masse jaune, formée d'une infinité d'aiguilles très-fines, entrelacées, desquelles l'eau ne s'écoule qu'avec peine. Quand ce sel cristallise d'une solution moins concentrée, les cristaux paraissent à la lumière réfléchie tantôt rouges, tantôt verts. Les acides forts le décomposent; cependant quand on verse dans une solution de nitrate de potasse de l'acide carbazotique dissous dans l'alcool, il se précipite, au bout de quelque temps, du carbazotate de potasse cristallisé; l'alcool ne le dissout pas. En chauffant peu à peu une petite portion de ce sel dans un tube de verre, il se fond, et peu après il se décompose avec une forte explosion; le verre se brise en mille morceaux, et on remarque sur les fragmens du verre du charbon. Ce sel précipite de la solution du nitrate de protoxide de mercure, du carbazotate de mercure; les sels de deutoxide de mercure, de cuivre, de plomb, de cobalt, de fer, n'en sont pas troublés, de même que les sels de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie. On obtient le carbazotate de mercure le plus pur en chauffant du carbazotate de protoxide de mercure avec une solution de chlorure de potassium, et en laissant refroidir le liquide séparé du proto-chlorure de mercure par la filtration. Le peu de solubilité de ce sel donne un moyen facile de reconnaître la présence de la potasse dans un liquide et de la séparer. J'ai pu même découvrir de la potasse dans la teinture de tournesol; car en versant quelques gouttes d'une solution alcoolique d'acide carbazotique dans de la teinture de tournesol, il se sépara, après quelque

temps, du carbazotate de potasse en cristaux. La solution de ce sel, faite à la température de 10° c., n'est pas troublée par le muriate de platine.

1,120 gram. de carbazotate de potasse, traités par de l'acide muriatique, ont donné 0,287 gr. de chlorure de potassium; par conséquent il est composé de :

83,79	acide carbazotique;	Le carbazotate de potasse ne contient pas d'eau de cristallisation.
16,21	potasse.	
100,00.		

Carbazotate de soude. Ce sel cristallise en aiguilles fines, déliées, soyeuses, d'un jaune clair; ses propriétés sont les mêmes que celles du carbazotate de potasse; mais il se dissout dans 20 à 24 parties d'eau à 15° c.

Carbazotate d'ammoniaque. Ce sel forme des cristaux très-longs, aplatis, très-brillans, d'un jaune clair. Il est très-soluble dans l'eau. Chauffé doucement dans un tube de verre, il se fond et se volatilise sans se décomposer; chauffé subitement, il s'enflamme sans explosion, et laisse pour résidu beaucoup de charbon.

Carbazotate de baryte. Il a été obtenu en chauffant du carbonate de baryte et de l'acide carbazotique avec de l'eau. Il cristallise en combinaison avec de l'eau en prismes quadrangulaires, d'une couleur foncée; il se dissout facilement dans l'eau. Chauffé, il se fond et se décompose avec une explosion extrêmement forte, et en produisant une flamme jaunâtre éblouissante. L'explosion est aussi forte que celle d'une presqu'égale quantité de fulminate d'argent.

0,426 gr. de sel anhydre ont donné, par l'analyse, 0,154 gr. de sulfate de baryte; une autre fois, j'ai ob-

tenu de 0,714 gr. de carbazotate de baryte 0,261 gr. de sulfate de baryte ; par conséquent, il est composé de

76,20 acide carbazotique ;
23,80 baryte.

100,00.

Une solution de chlorure de potasssium est troublée par le carbazotate de baryte ; il se précipite du carbazotate de potasse, et le liquide restant ne contient plus que 1 ½ p. c. de potasse.

100 parties de carbazotate de baryte cristallisé perdent, à 100° c., 9,24 p. c. d'eau ; il contient donc :

69,16 acide carbazotique.	Oxigène de l'acide = 16;
9,24 eau.............	..........l'eau = 8;
21,60 baryte..........	..........baryte = 1.
100,00.	

Carbazotate de chaux. Obtenu comme celui de baryte ; prismes quadrangulaires, aplatis, très-solubles dans l'eau ; détone comme le sel de potasse.

Carbazotate de magnésie. Aiguilles indistinctes, très-longues, déliées, d'un jaune clair, très-solubles ; détone fortement.

Carbazotate de cuivre. Ce sel a été préparé par la décomposition du sulfate de cuivre et du carbazotate de baryte ; il cristallise difficilement, les cristaux sont d'un beau vert ; il est déliquescent ; chauffé, il se décompose sans explosion et même sans s'enflammer.

Carbazotate d'argent. L'acide carbazotique dissout facilement l'oxide d'argent quand on les fait chauffer

avec de l'eau. La solution, évaporée à une douce chaleur, donne des aiguilles très-déliées, d'un éclat d'or, qui sont groupées en étoiles. Il se dissout facilement dans l'eau. On ne peut obtenir ce sel que par l'évaporation de l'acide carbazotique ou du carbazotate de potasse avec du nitrate d'argent; chauffé à un certain degré, il ne détone pas, mais il fuse comme de la poudre à canon.

Carbazotate de protoxide de mercure. Il s'obtient en petits prismes triangulaires jaunes, en mêlant une solution bouillante de carbazotate de soude ou de potasse avec du nitrate de mercure également bouillant. Il demande plus de 1200 p. d'eau pour se dissoudre. Chauffé, il se comporte comme le sel d'argent.

Tous ces sels se décomposent avec une explosion beaucoup plus forte si on les chauffe en vase clos; ce qui pourrait bien amener quelques modifications dans la théorie de flulmination de M. Brianchon.

C'était pour moi une chose très-inattendue de voir que ceux des carbazotates qui ont pour base des oxides métalliques, abandonnent facilement leur oxigène, et ne détonent pas par la chaleur; tandis que la détonation des fulminates paraît dépendre en partie de l'oxigène de la base. J'ai supposé d'abord que dans la décomposition du sel de potasse, et particulièrement du sel de baryte, la forte détonation pourrait être produite par la formation de l'oxide de carbone, et je ne manquai pas de faire quelques expériences dans cette vue. Je mêlai du carbazotate de potasse, et une autre fois du carbazotate de baryte, avec du chlorure de potassium, et je fis chauffer ce mélange au rouge dans

un tube de verre; mais le gaz dégagé ne renferma point de gaz oxide de carbone, mais seulement de l'acide carbonique et de l'azote.

On sait qu'en traitant beaucoup de substances animales par l'acide nitrique, il se forme une matière jaune, acide, amère, qu'on a souvent rangée avec l'amer d'indigo et de M. Welter dans la même classe. J'ai traité du blanc d'œufs, des copeaux de corne, etc., par l'acide nitrique, mais comme les résultats que j'ai obtenus sont les mêmes que ceux décrits par M. Berzelius il y quinze ans dans son excellent Mémoire sur la *Chimie animale*, je m'abstiens de les indiquer.

En distillant 8 parties d'acide nitrique sur 1 partie d'aloès, et en délayant le liquide restant avec de l'eau, il se précipite une substance résineuse jaune-rougeâtre, qui, par le lavage, devient pulvérulente; elle a été découverte par M. Braconnot. En faisant évaporer le liquide qui reste après la séparation de ce précipité jusqu'à un certain point, il s'y forme de grands et larges cristaux rhomboïdaux superposés, jaunes, non transparens, peu solubles. J'ai pris d'abord ces cristaux pour une substance particulière, mais ils ne sont qu'une combinaison d'acide oxalique avec l'amer d'aloès.

La combinaison de l'amer d'aloès avec la potasse donne, par l'analyse, 5—6—8 p. c. de potasse. Si l'on traite cette combinaison par de l'alcool, il reste du nitrate de potasse, et l'alcool retient en dissolution une substance qui semble bien pouvoir se combiner avec la potasse, mais qui ne la neutralise pas, et ne forme plus des sels détonans.

L'amer d'aloès se dissout dans 800 parties d'eau à

15° c. L'eau chaude le dissout plus facilement. Cette solution a une couleur pourpre superbe. De la soie qu'on fait bouillir avec cette substance prend une très-belle couleur pourpre sur laquelle ni le savon, ni les acides n'exercent aucune action, excepté l'acide nitrique qui change cette couleur en jaune ; mais elle reparaît aussitôt quand on lave les pièces dans de l'eau. Par des mordans convenables, on peut donner à cette couleur toutes sortes de nuances. La laine est teinte par le même procédé en noir d'une beauté particulière, et sur lequel la lumière n'a aucune influence. Le cuir prend une couleur pourpre, et le coton une couleur de rose, mais qui ne résiste pas au savon. J'ai fait quelques expériences avec cette matière dans l'espérance d'obtenir une couleur rose inaltérable par la lumière, et je me suis convaincu que si jamais on parvient à teindre la soie en rose solide, ce ne sera qu'à l'aide de cette substance.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 16 *avril* 1827.

M. CAZENAVE demande à déposer un paquet cacheté contenant la description d'un nouveau moyen de briser la pierre dans la vessie ; M. Banque envoie des observations sur l'emploi de la teinture éthérée de poudre de feuilles de belladone, dans une hydrophobie spontanée et dans une colique violente ; M. Sérullas adresse une

lettre pour prendre date au sujet de nouvelles observations qu'il vient de faire sur les cyanures ; M. Desgenettes se met sur les rangs pour la place d'académicien libre actuellement vacante.

M. Geoffroy Saint-Hilaire annonce qu'il résulte de nouvelles observations du docteur Barry, que l'air est plus comprimé dans l'œuf que dans l'atmosphère.

M. Cauchy lit un Mémoire sur l'Intégration des équations linéaires aux différences partielles.

M. Becquerel lit un Mémoire sur l'Electricité dégagée dans les actions chimiques, et sur l'emploi de très-faibles courans électriques comme moyen de provoquer la combinaison d'un grand nombre de corps.

M. Richard lit la Monographie des Orchidées.

M. Boullay lit le Mémoire sur les Iodures doubles qui fait partie du Cahier d'avril.

La Commission, nommée au scrutin, qui présentera des candidats pour la place d'académicien libre actuellement vacante, se compose de MM. Le Gendre, Fourier, Desfontaines, Thenard, Andreossy et Maurice.

Séance du lundi 23 avril.

M. Darnaud écrit que dans une partie de la Grèce qu'il vient de parcourir, on guérit l'hydrophobie en pratiquant des incisons profondes sous la langue du malade ; M. Vernière adresse des expériences sur les moyens d'arrêter l'empoisonnement causé par la morsure des animaux vénimeux.

M. Arago communique les résultats obtenus récemment par M. Despretz, concernant la loi de Mariotte.

M. Duméril rend un compte très-favorable des recherches anatomiques sur les labidoures, de M. Léon Dufour.

M. Bouvard présente un Mémoire renfermant une discussion nouvelle des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris; quand le Mémoire sera imprimé, nous nous empresserons d'en donner un extrait si nous y découvrons d'autres résultats que ceux qui se déduisent à vue des tableaux insérés dans les *Annales* depuis 1816.

M. Boullay achève la lecture de son travail sur les iodures doubles.

M. Schlick, architecte danois, lit un Mémoire sur le passage souterrain que M. Brunel établit dans ce moment sous la Tamise.

M. Raspail donne lecture d'un extrait analytique de ses recherches physiologiques sur les graines et les huiles.

Séance du lundi 30 *avril.*

Un membre informe l'Académie que M. Ramond est dangereusement malade.

M. Ratienville annonce qu'une lessive de certaines plantes indigènes est propre à teindre les laines nuance bleu de roi, sans employer l'indigo; M. Denaix adresse un essai de géographie méthodique et comparative; M. Ostrogradsky, un Mémoire sur la propagation de la chaleur dans l'intérieur des corps solides; M. Pihorel, des observations sur la morsure des serpens à sonnettes.

M. Arago communique la Note de M. Savart qu'on trouvera dans ce Cahier.

M. Morin, pharmacien à Rouen, avait adressé à l'Académie l'Analyse d'une concrétion trouvée dans le cerveau d'un homme mort d'une gastrite aiguë. Suivant lui, cette concrétion était composée de *cholestérine*, d'*albumine coagulée*, de *phosphate* et de *carbonate de chaux*. Il résulte d'un rapport de M. Chevreul, que les expériences de M. Morin ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse prononcer avec certitude sur l'existence de la cholestérine dans la concrétion.

M. Labillardière fait un rapport sur des observations de MM. Poiteau et Turpin concernant les directions particulières que prennent la radicule et la tige d'une plante mue circulairement; l'explication des deux auteurs rentre dans celle que M. Knight avait déjà donnée.

M. Cauchy rend compte d'un Mémoire de M. Roche sur le Mouvement de rotation des corps solides.

M. Poisson lit un Mémoire sur le Mouvement de rotation de la terre.

La Commission chargée de présenter des candidats pour la place d'académicien libre actuellement vacante, fait son rapport; les candidats sont :

M. le comte Daru, et par ordre alphabétique (*ex æquo*), MM. Cassini, Desgenettes, Lamandé et le général Rogniat.

Séance du lundi 7 mai.

L'Académie reçoit un Mémoire de M. Tabareau sur la rupture des appareils évaporatoires des machines à

feu; un Ecrit intitulé : *Examen de l'ouvrage de M. Dutrochet sur l'agent immédiat du mouvement vital* ; une Note sur les effets de la sirène, par M. Cagniard de La Tour.

M. Freycinet lit une lettre des naturalistes attachés à l'expédition de M. Durville : elle est datée du port Jackson.

M. Arago communique un Mémoire qu'il a reçu de M. Boussingault, sur la composition de l'or natif argentifère.

M. Moreau de Jonnès lit une Dissertation sur la morsure des serpens à sonnette.

On procède à l'élection d'un académicien libre. Les deux premiers tours de scrutin ne donnent pas de résultat; au troisième, M. Cassini réunit 31 suffrages et M. Daru 30.

MM. Arago et Dupin rendent un compte très-favorable d'un Cours de mécanique appliqué aux machines, rédigé par M. Poncelet.

M. Heurteloup lit un Mémoire sur la Lithotritie, dans lequel il rapporte plusieurs nouveaux exemples de guérison.

Séance du lundi 14 mai.

M. Cordier fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Ramond.

M. Tabareau adresse un second Mémoire sur la rupture des chaudières des machines à feu; M. Van-Hoorick annonce avoir découvert une nouvelle construction du

train, applicable à toutes sortes de voitures ; M. Civiale réclame contre quelques assertions contenues dans le Mémoire lu à la dernière séance de l'Académie par M. Heurteloup ; M. Raspail dépose un paquet cacheté ; M. Marcel de Serrès envoie un Mémoire de Géologie.

M. Arago lit une lettre que M. Despretz lui a écrite, et dans laquelle ce physicien rend compte de quelques expériences destinées à rendre visible la chaleur dégagée durant la compression des liquides.

M. Cléver de Maldigny, chirurgien militaire, lit un Mémoire ; il en résulte qu'après avoir été taillé sept fois, la pierre s'étant reproduite une huitième fois, M. Cléver s'est déterminé à se soumettre aux opérations de la lithotritie ; M. Civiale l'a traité avec un plein succès ; les douleurs que la lithotritie occasione ne sont rien en comparaison de celles de la taille.

MM. Duméril et Fréd. Cuvier présentent le rapport demandé par le Ministre sur la mort du sieur Drack. Les conclusions sont que, de toutes les mesures de police, la seule complètement efficace serait la défense d'introduire en France des serpens venimeux vivans, en exceptant toutefois les espèces qui pourraient être envoyées dans l'intérêt du commerce ou pour l'avantage de la science, et cela sur la demande de personnes connues.

Une Commission composée de MM. Le Gendre, Poisson, Lacroix, Fourier et Poinsot, proposera une question de mathématiques pour le prix à décerner en 1829.

[redacted]

Analyse *d'une Variéte de fer spathique trouvée à Tinzen, Canton des Grisons (Suisse).*

Par M. Lassaigne.

M. Levrat, propriétaire de différentes mines de fer situées dans plusieurs cantons de la Suisse, me remit dernièrement, entr'autres minéraux, un échantillon de fer spathique qui lui avait été adressé comme étant du fer carbonaté pur. Les caractères physiques que je trouvai à cet échantillon me faisant douter de ce qui avait été avancé à l'égard de ce minéral, je tentai d'en déterminer la composition par la voie de l'analyse.

Ce minéral est blanc, légèrement jaunâtre; il est cristallisé en rhomboïde; chauffé au chalumeau, il décrépite, devient plus opaque, jaunit et ensuite blanchit : si la calcination s'opère dans un tube de verre fermé par l'une de ses extrémités, on voit une grande quantité d'eau humecter les parois supérieures du tube. Lorsque le résidu de la calcination a été exposé quelque temps à une chaleur rouge obscure, dans un creuset de platine, il acquiert une saveur âcre; et lorsqu'on le délaie dans une petite quantité d'eau et qu'on plonge dans ce liquide un papier de tournesol rougi par un acide, il est ramené à sa couleur bleue. Sa densité, que nous avons déterminée à la température de 12° centig., s'est trouvée être de 2,927. Ce minéral diffère donc, sous ce rapport, du fer carbonaté, dont la densité est, d'après Kirvan, de 3,640 à 3,810.

L'acide hydro-chlorique affaibli dissout entièrement avec effervescence ce minéral. La dissolution qui est

incolore, évaporée à siccité, laisse un résidu qui se redissout ensuite dans l'eau sans abandonner aucune trace de silice. L'on remarque que pendant l'évaporation la dissolution hydro-chlorique se colore peu à peu, d'abord en vert et ensuite en vert-jaunâtre. Ces effets sont dus à la suroxidation du protoxide du fer qui a été dissous par l'acide hydro-chlorique. Il est facile d'en acquérir la preuve par la nature des précipités qu'y font naître les alcalis et le ferro-cyanate de potasse, ainsi que par la réduction du chlorure d'or.

Des essais préliminaires nous ayant démontré la présence de la chaux, de la magnésie et du protoxide de fer dans cette dissolution hydro-chlorique, nous avons cherché à estimer le rapport dans lequel ces trois bases pouvaient se trouver dans cette espèce minérale. La quantité d'eau a été calculée en chauffant au rouge obscur, dans une petite cornue de verre pesée, 10 grammes de ce minéral réduit en poudre. La moyenne de deux expériences nous a donné 22,13 de ce liquide pour cent parties.

Le résidu de la calcination a été dissous dans l'acide hydro-chlorique pur. La dissolution étant opérée, elle a été évaporée à siccité après y avoir ajouté une certaine quantité d'acide nitrique pour porter le protoxide de fer à l'état de peroxide.

L'ammoniaque versée dans la dissolution de ce minéral y a produit un précipité floconneux jaune-rougeâtre un peu pâle, formé de peroxide de fer et de magnésie. Cette dernière a été séparée en transformant ces deux bases en sulfates et en les exposant à l'action

de la chaleur dans un creuset de platine pour décomposer le persulfate de fer.

La chaux a été obtenue en précipitant par l'oxalate d'ammoniaque la liqueur surnageant le précipité formé ci-dessus. Après la précipitation de la chaux, la potasse caustique a encore éliminé une certaine quantité de magnésie qui a été réunie à la première. Enfin les rapports de ces différens oxides étant connus, nous avons calculé les proportions d'acide carbonique que chacun d'eux saturait pour représenter la composition de ce minéral, après toutefois avoir ramené le peroxide de fer à l'état de protoxide, comme il existe dans cette espèce minéralogique.

Il résulte de nos essais que cette variété de fer spathique est composée, savoir :

Carbonate de chaux.....	47,46 ;
Carbonate de magnésie...	19,33 ;
Proto-carbonate de fer...	11,08 ;
Eau..................	22,13.
	100,00.

Si nous cherchons à exprimer la composition atomique de ce minéral, nous trouvons qu'elle peut être représentée par les nombres suivans :

Proto-carbonate de fer...	1 atome.
Carbonate de magnésie...	3 at.
Carbonate de chaux.....	5 at.
Eau..................	13 at.

Lettre *de M.* **Houtou-Labillardière** *à M.* (Lussac *sur les Oxides de plomb.*

Monsieur,

J'ai l'honneur de vous adresser quelques obs tions sur le travail que M. Long-champ a publié le I[er] Cahier des *Annales de Chimie et de Phy.* de cette année, sur le nombre des oxides de plo dans lequel ce savant chimiste regarde le miniun deutoxide de plomb comme formé de 5 parties de toxide et de 1 partie de tritoxide de plomb (rés très-différent de ceux obtenus par MM. Berzeli Thomson (1), qui considèrent cet oxide comme f de parties égales de protoxide et de tritoxide), e une petite Note insérée à la suite du travail de M. L champ, dans laquelle on lui fait observer que le mium est un mélange très-variable de litharge et d nium à 1 ½ d'oxigène.

Les chimistes que je viens de citer sont d'un n trop distingué et leurs travaux trop précis pour q me permette d'élever des doutes sur les résultats c ont obtenus; mon but est plutôt de concilier les périences et la manière de voir qui sont très-oppo en indiquant le nombre réel des oxides de plomb composition du minium pur.

Un fabricant de minium, en démolissant un dans lequel il préparait depuis long-temps cet o

---

(1) Thomson, *Principes de la Chimie.*

trouva sous la plaque de fonte dont ce four était garni et entre les briques, des masses assez volumineuses de minium cristallisé en paillettes, et d'une belle couleur rouge orangée; il eut la complaisance de m'en remettre plusieurs morceaux, desquels je détachai les parties les plus belles et les mieux cristallisées, que je soumis à l'analyse, en employant le moyen indiqué par M. Longchamp, qui consiste à traiter cet oxide par l'acide nitrique. J'ai obtenu constamment de 5 gram. de cet oxide sensiblement le $\frac{1}{4}$ de ce poids d'oxide puce. Ce minium étant cristallisé et homogène dans toutes les parties sur lesquelles j'ai opéré, je reste bien convaincu qu'il diffère de celui sur lequel MM. Berzelius et Thomson ont expérimenté, duquel ils ont retiré, par un traitement analogue, la moitié de son poids d'oxide puce, et je puis, si les expériences de ces Messieurs sont exactes comme je le suppose, conclure des miennes et de celles de M. Longchamp, qu'il existe deux oxides de plomb rouges, et que, d'après mon analyse, le minium cristallisé serait formé de

Litharge......	3	ou	75;
Oxide puce...	1	......	25;
			100;

et celui de MM. Berzelius et Thomson de

Litharge......	2	ou	50;
Oxide puce...	2	......	50;
			100;

et que le nombre des oxides de plomb serait, d'après

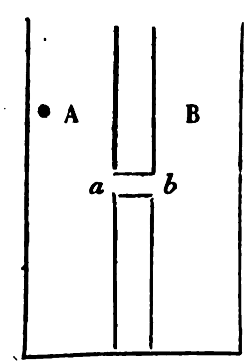
cela, de 4, sans y comprendre le résidu de la décomposition de l'oxalate de plomb par la chaleur.

J'ai l'honneur de vous adresser quelques-uns des morceaux de minium cristallisé, et d'être, etc.

Rouen, 25 avril 1827.

Note *sur des Effets qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes ;*

Par M. Poisson.



Supposons qu'on ait dans un vase deux liquides différens A et B, séparés l'un de l'autre par une cloison verticale, et dont les hauteurs soient en raison inverse de leurs densités, de sorte que les points *a* et *b* des deux faces de la cloison, situées dans un même plan horizontal, supportent des pressions égales et contraires ; concevons, de plus, que la cloison soit percée d'un ou plusieurs trous d'un très-petit diamètre, ou, autrement dit, qu'elle soit traversée par un ou plusieurs canaux tels que *ab*, très-étroits, perpendiculaires à ses deux faces, et que nous regarderons d'abord comme étant remplis d'air ou d'un autre fluide.

Si la matière de la cloison exerce sur chacun des deux liquides une action supérieure à la moitié de celle de ce liquide sur lui-même, chaque liquide entrera

dans le canal *ab*, de la même manière qu'il s'élèverait au-dessus de son niveau dans un tube capillaire du même diamètre et de la même matière. Il y sera poussé en outre par l'excès de la pression qu'il exerce à l'extrémité du canal sur l'élasticité de l'air intérieur. Lorsque les deux liquides auront pénétré dans l'intérieur de *ab*, l'air se trouvera poussé des deux côtés en sens contraire par des forces dont chacune sera égale à la pression primitive, augmentée de la force capillaire correspondante, c'est-à-dire, augmentée d'une force proportionnelle, d'après la théorie connue de M. Laplace, au double de l'action du tube sur le liquide, moins l'action propre de ce liquide. Dans le cas unique où la force capillaire serait la même des deux côtés, l'air demeurerait donc en repos après avoir éprouvé une certaine compression ; mais pour peu que cette force soit prépondérante à l'un des deux bouts du canal, l'air sera chassé du côté opposé, et le liquide, soumis à la plus forte action capillaire, remplira le canal entier.

Supposons que ce soit A, et considérons les forces qui agiront maintenant sur le filet *ab* formé de ce liquide.

A l'extrémité *a*, ce filet sera soumis à l'attraction du liquide extérieur A : à l'extrémité *b*, il sera attiré en sens opposé par le liquide B : or, les deux liquides étant différens, ces attractions seront inégales ; et nous supposerons que celle de B sur la matière de A soit supérieure à l'attraction propre de A sur lui-même. Quant à l'action du canal sur le filet *ab*, elle sera égale, et s'exercera en sens contraires à ses deux extrémités ; elle ne pourra donc pas s'opposer au mouve-

ment du liquide contenu dans le canal, ni contribuer à le mouvoir ; et il en sera de même à l'égard des pressions exercées en *a* et *b*, par les liquides extérieurs, tant qu'elles seront sensiblement égales : toutefois l'action du canal et ces pressions extrêmes, empêcheront le filet de s'interrompre, de sorte qu'il s'écoulera sans discontinuité dans le sens où il est sollicité par la plus grande attraction, ou de *a* vers *b*. Il résultera de cet écoulement une élévation du niveau du liquide B, par conséquent un excès de pression à l'extrémité *b* du canal, et cette élévation continuera jusqu'à ce que la différence des pressions en *a* et *b* soit égale à celle des attractions exercées par ces deux liquides sur le filet *ab* ; ce qui arrivera d'autant plus promptement que la cloison qui sépare les deux liquides sera percée d'un plus grand nombre de trous semblables à celui que nous venons de considérer.

Examinons encore ce qui aurait lieu si la cloison était formée de deux autres, de nature différente, mais exactement juxtaposées, qui n'exerceraient aucune action sur l'un des deux liquides, sur B, par exemple, et dont une seule agirait sur l'autre liquide.

Dans ce cas, le liquide B sera retenu dans la capacité qu'il occupe, par l'action qu'il exerce sur sa propre matière ; il ne pourra pas pénétrer dans le canal *ab*, de même que le mercure ne parvient pas à s'échapper par un trou capillaire pratiqué au tube d'un baromètre. Il en sera de même par rapport à A, quand la face de la cloison qui n'exerce pas d'action sur ce liquide sera tournée de son côté ; et, dans cette disposition, quel que soit le nombre de trous capillaires

dont la cloison soit percée, les deux liquides demeureront séparés, et conserveront leur niveau primitif. Mais si l'on retourne la cloison de manière que la face qui agit sur A soit en contact avec ce liquide, il pénétrera, en vertu de l'action capillaire, dans le canal ab; la vitesse que le liquide, poussé par cette force, acquerra pendant ce mouvement, pourra lui faire dépasser le point du canal où la cloison change de nature, et atteindre même l'extrémité où il aboutit dans le liquide B; en sorte qu'il sera possible que le liquide A remplisse en entier le canal ab, comme dans le cas que nous avons d'abord examiné. Cela étant, si nous supposons toujours l'attraction de B sur A supérieure à celle de A sur lui-même, le filet $a\,b$ s'écoulera dans la capacité occupée par le liquide B, dont le niveau s'élèvera jusqu'à ce que l'excès de pression qui en résultera au point b, balance la différence des attractions exercées par les deux liquides en a et b.

J'ai écrit cette Note à l'occasion des phénomènes relatifs à l'absorption des membranes végétales ou animales, dont M. Dutrochet et M. Magendie ont entretenu l'Académie des Sciences dans l'une des séances d'octobre dernier. Je n'ai pas prétendu, cependant, en assigner une cause exclusive de toute autre, ni en donner une explication suffisante; mon but est seulement de faire voir que des effets qui ont du moins une grande ressemblance avec ces importans phénomènes, pourraient être produits par l'action capillaire, jointe à la différence d'affinité des substances hétérogènes, sans le secours de l'électricité en repos ou en mouvement.

P. S. Depuis que cette Note a paru dans le Journal de M. Magendie (N° d'octobre 1826), M. Dutrochet a annoncé à l'Académie des Sciences qu'il avait produit les mêmes phénomènes d'absorption avec des substances minérales, par exemple, avec une lame d'ardoise. L'organisation animale ou végétale n'étant plus nécessaire à leur production, l'opinion qui les attribue à une cause générale, telle que l'action capillaire, acquiert plus de probabilité; et c'est pour appeler de nouveau l'attention des physiciens sur cette explication, qu'on a jugé utile de réimprimer la Note précédente. P.

Analyse *de l'Eau de la Mer Morte.*

Par Mr C. G. Gmelin.

La densité de cette eau, à la température de 16° $\frac{1}{4}$, est de 1,21223.

Elle est composée de la manière suivante :

Chlorure de calcium......	3,2141 ;
Chlorure de magnésium...	11,7734 ;
Bromure de magnésium...	0,4393 ;
Chlorure de sodium......	7,0777 ;
Chlorure de potassium...	1,6738 ;
Chlorure d'aluminium....	0,0896 ;
Chlorure de manganèse..	0,2117 ;
Sel ammoniac...........	0,0075 ;
Sulfate de chaux.........	0,0527.
	24,5398.
Eau....................	75,4602.
	100,0000.

Le résidu que laisse l'eau par l'évaporation à siccité est que de 23,53 pour cent ; mais il se dégage vers la ı des vapeurs d'acide hydro-chlorique.

Ce résidu, traité par l'eau, a laissé de la magnésie qui, quoique bien lavée, a donné un précipité de chlorure d'argent après avoir été dissoute dans l'acide nitrique et mêlée avec le nitrate d'argent. La magnésie restée en dissolution avec l'acide nitrique a été transformée en sulfate et évaluée dans cet état.

La partie soluble du résidu laissé par l'évaporation de l'eau de la mer Morte a été précipitée par l'oxalate d'ammoniaque pour obtenir la chaux,

Après la séparation de la chaux, on a ajouté au liquide de l'acide sulfurique ; on a évaporé à siccité et chauffé au rouge. La masse saline restante était essentiellement composée de sulfate de soude et de sulfate de magnésie. Elle a été dissoute dans l'eau et précipitée par l'acétate de plomb pour connaître la quantité d'acide sulfurique.

D'une autre part, l'eau de la mer Morte contient du chlorure de potassium qui a été évalué au moyen du chlorure de platine, et qui a été changé en sulfate de potasse dans le traitement de la masse saline par l'acide sulfurique. Retranchant le poids de ce sulfate de celui de la masse saline, le poids restant est composé de sulfate de soude et de sulfate de magnésie, dont la proportion peut être déterminée d'après la quantité connue d'acide sulfurique qu'il renferme.

Après la précipitation de l'acide sulfurique par l'acétate de plomb, on a séparé l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, et on a évaporé jusqu'au rouge-blanc

dans un creuset de platine. Mais le creuset n'a été nullement attaqué, et ce caractère, réuni à plusieurs autres épreuves, a démontré que l'eau de la mer Morte ne contient pas de lithion.

La proportion de la magnésie a encore été déterminée d'une manière directe, en précipitant d'abord la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et ensuite la magnésie par le carbonate de potasse en léger excès. La magnésie dissoute dans l'acide muriatique a donné avec l'ammoniaque un peu d'alumine. Elle contenait aussi un peu de manganèse qui en a été séparé. Enfin l'oxalate de chaux avait aussi entraîné un peu de ce métal.

On a obtenu directement la quantité d'alumine en ajoutant à l'eau de mer un excès de sel ammoniac, et en précipitant ensuite par l'ammoniaque.

Le liquide, séparé du précipité et débarrassé de l'excès d'ammoniaque, a été mêlé avec du cyano-ferrure de potassium. Le précipité était du cyano-ferrure de manganèse.

L'acide sulfurique contenu dans l'eau de la mer Morte a été évalué au moyen du chlorure de barium, et le chlore avec la dissolution d'argent.

Cette eau contient une quantité très-notable de brome qu'on peut rendre très-sensible, et séparer par le procédé de M. Balard, en le convertissant en bromure de potassium.

En l'évaporant à siccité et chauffant le résidu même jusqu'au rouge, il ne se dégage aucun gaz; preuve qu'elle ne contient aucun nitrate; ce qui est encore prouvé par l'inaltération d'une feuille d'or dans un mélange de cette eau avec l'acide muriatique. Le liquide distillé était

très-acide, avait une couleur jaunâtre, et exhalait une très-faible odeur de brome; il s'est coloré en jaune rougeâtre par le chlore, même avec l'addition d'amidon liquide, et on n'a aperçu aucun indice de bleu.

Une portion du liquide distillé, évaporé doucement à siccité, a laissé un résidu rougeâtre, qui avait une réaction acide, ne contenait pas d'ammoniaque, et qui s'est coloré par la dissolution de chlore.

Le résidu salin de la distillation de l'eau de la mer Morte ne contenait presque plus de brome. Il paraît résulter de là que c'est à l'état de bromure de magnésium que se trouve le brome dans l'eau de cette mer, au moins pour la plus grande partie.

Dans le col de la retorte on remarquait un sublimé cristallin, d'un blanc de neige, qui a été reconnu pour du sel ammoniac.

(Extrait des *Naturwissenschaftliche Abhandlungen.*)

Sur *le Bi-Sulfure de cuivre qui se forme actuellement au Vésuve.*

Par Mr N. Covelli.

Depuis l'époque de 1822, le Vésuve a conservé ce calme parfait qui a lieu ordinairement après les grandes éruptions; mais, pendant ce silence, les parties extérieures du volcan ne restent pas dans l'inertie. La surface intérieure du cratère, la pente occidentale et la pente orientale du cône présentent un grand laboratoire où les substances volcaniques exercent leur affinité sous l'influence d'une température plus ou moins élevée; et

comme la chaleur s'abaisse graduellement tous les ans, c'est dans la même proportion que les phénomènes chimiques diminuent.

En effet, les fumeroles de la pente occidentale du cône, établies sur les laves qui coulèrent de ce côté en 1822 et sur les matières incandescentes rejetées, étaient encore au rouge en 1823. A présent, une grande partie de ces petites cheminées volcaniques est éteinte, et celles qui sont encore chaudes ne s'élèvent pas à une température supérieure à 75° centig., et ne donnent que de l'eau distillée; tandis que la plupart des fumeroles de la pente orientale, établies sur des éjections bien plus abondantes, et plus près du centre d'explosion, se trouvent à une température beaucoup plus élevée, et travaillent encore à la formation d'une série de produits, dont plusieurs appartiennent à des espèces minéralogiques nouvelles. Ici il y a encore des fumeroles où se sublime le chlorure de plomb pur, en cristallisations blanches ou jaunes, qui se fondent dans les endroits plus chauds en forme de nacres, de gomme, de stalactites. Dans ce même lieu, l'acide hydro-sulfurique qui se fait jour de l'intérieur des fumeroles, réagit sur ce chlorure, et de là résulte le sulfure de plomb en petites écailles parsemées sur les scories. D'autres fumeroles produisent en même temps du cuivre oxidé, noir, en feuilles très-minces, souples, métalloïdes et très-éclatantes, par la réaction de la vapeur d'eau sur le chlorure de cuivre, à la température rouge, qu'on aperçoit en fouillant l'intérieur de ces fumeroles. A côté, se forme le per-oxide de fer écailleux métalloïde par la réaction de la même

vapeur sur le per-chlorure de fer à la même température; pendant que, plus loin, cette vapeur réagissant sur des mélanges de chlorure et de per-chlorure du même métal produit le fer oligiste en petits cristaux agrégés sur les scories. L'acide hydro-chlorique, qui résulte de ces réactions, et l'acide sulfurique qui se forme par la décomposition des hydro-sulfates et des sulfites, attaquent directement le fer, la chaux, le cuivre, l'alumine, la potasse, etc., des laves, des thermandites et des scories, et de là résultent d'autres productions qui garnissent les parois de ces fumeroles

A mesure qu'on se fraye un chemin dans l'intérieur du cratère pour faire des expériences auprès de ces fumeroles, l'on découvre d'autres produits qu'on n'a jamais aperçus au Vésuve. Mon illustre collègue, le chevalier Monticelli, d'après des échantillons qu'on lui avait apportés du cratère, avait jugé, avec sa pénétration non ordinaire, qu'il devait y avoir quelque chose de nouveau dans ce gouffre inaccessible jusqu'à ce moment, et il m'engagea à visiter les fumeroles de cette intéressante localité.

Je suis descendu, au mois de juillet, dans le cratère, et je me suis arrêté sur sa pente intérieure, à 300 pieds du bord de la grande échancrure orientale, par laquelle s'épancha le grand courant de lave qui menaça d'engloutir le village de Bosco-tre-case, en 1822. Les fumeroles qui m'ont arrêté ici montrent les plus belles cristallisations de chaux sulfatée en lames divergentes, nacrées, et de soufre. En fouillant dans l'intérieur de ces fumeroles, l'on trouve sur les scories une espèce d'enduit, de croûte ou de grumeaux qui n'ont

pas tous la même couleur, car ils offrent toutes les nuances du noir, du bleu et du vert mêlés ensemble. Quelquefois la même substance prend l'aspect de la toile d'araignée, ou de la suie, d'un noir terne, dans les cellules de ces scories. N'ayant jamais vu au Vésuve de productions semblables, j'en ai recueilli des échantillons pour les examiner soigneusement chez moi; mais il était nécessaire de connaître la nature des vapeurs qui s'échappent des fentes de ces fumeroles. Je condensai cette vapeur avec mon appareil distillatoire de verre, qui me donna, en une demi-heure environ, une demi-livre de liquide. La vapeur avait une très-légère odeur d'acide hydro-sulfurique et d'acide hydro-chlorique; elle rougissait le papier de tournesol, et brunissait le papier trempé dans l'acétate de plomb. La température de cette vapeur était dans une fumerole, de 70° cent.; dans l'autre 85°; mais en plongeant la boule du thermomètre à un demi-pied dans les thermandites, le mercure s'élevait à 90° cent. L'air extérieur, hors de l'influence de ces deux fumeroles, n'était qu'à 32° cent.; tandis qu'au bord du cratère, le thermomètre ne marquait que 18°; c'était 1 heure après midi.

Examen du liquide recueilli dans les fumeroles du cratère.

Ce liquide est incolore; il a une odeur sensible d'acide hydro-sulfurique, et rougit le papier de tournesol; il donne des précipités noirs avec les dissolutions de plomb, et il perd cette propriété par l'ébullition de quelques minutes : dans cet état, il forme un

précipité blanc caseux avec le nitrate d'argent, qui est soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'acide nitrique. Evaporé à siccité, ce liquide ne donne pas de résidu, ni de sublimé. Ce même liquide, essayé de toutes les manières, n'a donné aucun indice d'autres substances; il n'était donc composé que d'eau tenant en dissolution un peu d'acide hydro-sulfurique et d'acide hydro-chlorique.

Examen de la substance noire.

Cette substance est d'un noir terne; elle a l'aspect d'un enduit ou de croûte attaché à la surface des laves et des scories; rarement elle se présente comme une espèce de toile d'araignée ou de suie dans les cellules des mêmes scories. Cette substance, traitée au chalumeau dans un tube ouvert aux deux bouts, brûle avec odeur d'acide sulfureux, et sa vapeur blanchit le papier de Fernambouc, et elle fond en une scorie noire. Cette scorie, traitée sur le charbon à la flamme intérieure du chalumeau, donne du cuivre métallique exempt de fer, car il n'a aucune action sur l'aiguille aimantée.

La substance noire est insoluble dans l'eau; elle se dissout dans l'acide nitrique avec effervescence et dégagement de vapeurs rouges; pendant l'opération, on voit une croûte d'un jaune brunâtre, surnageante, qui brûle avec une flamme bleue et une odeur d'acide sulfureux. La dissolution nitrique n'est qu'un mélange de sulfate et de nitrate de cuivre. La substance noire n'est donc qu'un sulfure de cuivre pur.

Pour déterminer les proportions des principes com-

posans de ce sulfure, d'après la méthode de M. Gay-Lussac, j'en ai dissout une quantité donnée dans l'eau régale; j'en ai précipité l'acide sulfurique par le moyen du muriate de baryte, et de la quantité du sulfate de baryte formé, j'ai déduit celle de l'acide sulfurique du sel et du soufre; j'ai soustrait le poids du soufre de celui du sulfure; ce qui m'a donné le poids du cuivre. De cette manière, je me suis assuré que ce sulfure est composé, dans 100 parties, ainsi qu'il suit :

		Atomes.	
Soufre...	32	159	2;
Cuivre...	66	83	1;
Perte....	2.		
	100.		

Ce qui montre que la substance en question n'est qu'un bi-sulfure de cuivre.

Examen de la Substance bleue et bleue-verdâtre.

Cette substance, au chalumeau, donne une flamme qui passe du bleu violâtre au vert, et elle fond en globules noirs, qui à la flamme extérieure se réduisent en cuivre métallique. Essayée dans le tube ouvert aux deux extrémités, la substance en question dégage de l'acide sulfureux. Elle se dissout en partie dans l'eau, où elle laisse un peu de sulfate et de muriate de cuivre. Avec l'acide nitrique elle se dissout presqu'entièrement avec dégagement de vapeurs rouges. L'on voit donc qu'elle n'est qu'un mélange de bi-sulfure de cuivre et de sulfate et hydro-chlorate de ce métal.

Si l'on réfléchit à la nature de la vapeur des fumeroles où se produit ce bi-sulfure de cuivre, pur ou mé-

langé de sulfate et hydro-chlorate de ce métal, l'on s'aperçoit que cette nouvelle substance minéralogique se forme par la réaction de l'acide hydro-sulfurique sur les sulfates et hydro-chlorates des mêmes fumeroles. Et ce genre de production confirme les proportions données par l'analyse, parce que, comme l'on sait, les sulfures produits par l'action réciproque de l'acide hydro-sulfurique et des sels, sont des sulfures simples ou des bi-sulfures, selon que la base est un protoxide ou un deutoxide : or, c'est précisément le deutoxide de cuivre qui forme au Vésuve les sels de ce métal.

Variétés du Bi-Sulfure de cuivre.

1. Arachnoïde, noir terne; dans les cellules des scories et des laves.
2. Incrustant, noir, terreux; sur les scories ou laves.
3. Incrustant, bleu foncé, terreux, *épigène;* produit par la décomposition partielle du sulfate de cuivre exposé à l'action de l'acide hydro-sulfurique.
4. Incrustant, bleu-verdâtre, terreux, épigène; qui se forme sur le muriate de cuivre.

Gisement.

Le bi-sulfure de cuivre du Vésuve se rencontre dans les fumeroles du cratère, où il se forme par la réaction de l'acide hydro-sulfurique sur le sulfate ou sur le muriate de cuivre. Il y est accompagné par le soufre, le sulfate de chaux en lames nacrées divergentes, et par le muriate et le sulfate de cuivre, qui offrent les divers passages au bi-sulfure de ce métal.

1	758,80	+17,0		758,40	+21,0		757,30	+23,2		757,76	+16,2		+23,2	+14,4	Légers nuages.	O. N. O.
2	757,32	+18,8		756,73	+21,1		755,83	+21,8		755,80	+17,3		+22,1	+10,9	Quelq. petits nuages.	N.
3	755,36	+20,2		755,35	+23,0		754,05	+23,6		754,68	+14,5		[illegible]	+13,2	Très-nuageux.	S. O.
4	756,20	+13,0		755,60	+17,4		754,17	+18,1		753,47	+14,0		+18,5	+10,3	Nuageux.	N. O.
5	751,92	+19,7		752,14	+20,0		751,27	+18,0		749,54	+11,3		+21,0	+10,6	Eclaircies.	S. O.
6	744,20	+13,8		741,64	+15,6		741,47	+19,3		741,60	+14,8		+19,3	+13,0	Pluie fine.	S. O.
7	747,53	+16,0		747,45	+16,5		747,68	+11,7		748,30	+11,0		+18,2	+ 9,7	Eclaircies, tonnerre.	S. O.
8	750,18	+ 8,8		751,50	+ 9,3		751,75	+ 8,9		752,10	+ 8,1		+ 9,5	+ 8,1	Couvert.	N. N. O.
9	751,20	+10,2		750,75	+14,0		749,95	+15,0		750,10	+10,5		+15,0	+ 7,5	Couvert.	E. N. E.
10	750,33	+13,8		749,44	+16,0		748,12	+14,1		747,47	+13,0		+17,5	+ 6,8	Très-nuageux.	N. N. E.
11	748,30	+ 9,7		750,17	+13,2		751,57	+13,2		754,46	+ 9,7		+13,2	+ 9,7	Couvert.	N. O.
12	756,83	+ 9,6		756,53	+10,8		755,86	+13,0		755,48	+10,5		+13,0	+ 8,0	Couvert.	N. fort.
13	751,29	+ 8,7		750,94	+ 9,2		750,53	+ 9,4		750,66	+ 8,5		+ 9,4	+ 8,5	Couvert.	N.
14	751,52	+ 9,5		751,47	+10,9		751,73	+11,3		752,62	+ 9,5		+11,3	+ 8,0	Pluie très-fine.	O. N. O.
15	753,08	+14,5		752,78	+15,6		752,13	+15,6		750,70	+11,5		+16,5	+ 9,0	Couvert.	S. O.
16	745,85	+19,5		744,60	+19,6		743,85	+13,8		746,22	+10,3		+11,1	+ 9,8	Légèrement couvert.	S. E.
17	748,90	+18,0		748,55	+19,4		747,66	+20,7		747,26	+16,0		+21,2	+ 7,2	Très petits nuages.	S. E.
18	750,68	+16,3		750,43	+17,3		749,26	+20,8		749,88	+13,0		+20,8	+13,0	Couvert.	S.
19	754,70	+15,0		755,54	+18,7		755,56	+18,4		757,32	+14,5		+18,7	+11,7	Petites éclaircies.	O. N. O.
20	756,96	+18,0		756,38	+19,5		756,00	+20,1		756,50	+14,4		+20,1	+11,0	Eclaircies.	N. N. E.
21	758,27	+16,0		758,30	+19,7		758,44	+21,2		760,25	+16,0		+21,2	+13,2	Très-nuageux.	N. O.
22	761,75	+17,2		761,22	+20,3		760,44	+19,8		759,70	+11,8		+20,3	+13,0	Petites éclaircies.	O. N. O.
23	757,70	+15,5		756,88	+18,0		755,43	+19,0		753,73	+15,5		+20,2	+13,5	Nuageux.	N. O.
24	745,37	+17,0		742,70	+15,9		741,83	+10,5		744,53	+ 9,1		+17,0	+ 9,1	Pluie très-fine.	S.
25	745,16	+12,2		744,47	+16,4		744,14	+16,6		744,38	+10,7		+16,6	+ 6,5	Nuageux.	S. O.
26	745,13	+15,3		745,20	+15,8		745,50	+15,3		747,27	+11,0		+16,1	+ 9,0	Très-nuageux.	S. O.
27	750,28	+15,7		751,07	+15,0		751,75	+14,0		752,70	+13,0		+15,8	+10,0	Quelq. petit. éclairc.	O.
28	754,45	+18,3		755,46	+18,8		755,55	+21,3		756,26	+15,0		+21,3	+13,1	Couvert.	O.
29	755,82	+20,5		755,18	+23,7		754,06	+23,0		753,64	+18,4		+24,5	+11,2	Quelques nuages.	S.
30	755,37	+22,5		755,02	+23,8		752,78	+23,6		751,56	+20,5		+25,3	+13,3	Quelques éclaircies.	S. S. O.
31	751,73	+23,7		752,43	+24,5		752,70	+22,7		754,15	+17,2		+24,5	+16,0	Nuages.	O. S. O.
1	752,31	+15,1		751,90	+17,4		751,16	+17,4		751,29	+13,1		+18,8	+10,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	751,81	+13,9		751,74	+15,4		751,41	+15,6		752,11	+11,8		+16,5	+ 9,6	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 11,620
3	752,82	+17,6		752,54	+19,3		752,06	+18,8		752,56	+14,4		+20,2	+11,6	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 10,045
	752,23	+15,6		752,07	+17,4		751,56	+17,3		752,01	+13,1		+18,6	+18,6	Moyennes du mois,	+ 14,6.



[redacted]

De *l'Électricité dégagée dans les actions chimiques, et de l'emploi de très-faibles courans électriques pour provoquer la combinaison d'un grand nombre de corps.*

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 16 avril 1827.)

PAR M. BECQUEREL.

CHAPITRE Ier.

De l'Électricité dégagée dans les actions chimiques.

§ Ier. *Considérations générales.*

Se dégage-t-il ou non de l'électricité par le seul fait de l'attraction moléculaire, au moment où deux corps se combinent? Telle est la question qui occupe maintenant les physiciens, et que je croyais avoir résolue affirmativement, quand j'appris que M. Davy avait lu à la Société royale de Londres, le 8 juin dernier, un Mémoire ayant pour titre : *Relations qui existent entre les actions électriques et les actions chimiques*, et dont le but était de prouver que le jeu des affinités, au moment de la combinaison de deux corps, ne donnait lieu à aucun dégagement d'électricité; que celui qui avait été observé pendant l'action d'un acide sur un métal ne provenait que du contact de ce métal avec l'oxide qui se formait à sa surface, et que la combinaison d'un acide avec un alcali ne donnait aucun signe d'électricité. Une lecture attentive de ce Mémoire me prouva que M. Davy s'était proposé de réfuter, sur tous les points, les recherches que j'avais faites sur le même

sujet. Je sentis sur-le-champ combien il était difficile de combattre les opinions d'un savant qui jouit d'une réputation européenne, et dont le nom seul était une autorité; aussi ma première pensée fut un doute sur toutes mes observations. Mais animé par le désir d'éclaircir une question qui intéresse si vivement les sciences physiques et chimiques, j'ai répété mes expériences; je les ai modifiées de manière à rendre plus apparens les résultats qu'ils m'ont donnés, et j'ose croire qu'ils pourront servir à fixer les idées sur un point fondamental de la théorie électro-chimique.

Sans entrer dans l'examen des découvertes importantes dont M. Davy a enrichi depuis plus de vingt ans la théorie électro-chimique et qui lui ont attiré l'admiration du monde savant par les applications heureuses qu'il en a faites, je me bornerai à rappeler les faits suivans qu'il regarde comme les bases de sa théorie, parce que c'est de ce point que je suis parti pour commencer mes recherches.

« Les substances acides et alcalines qui peuvent exis-
« ter sous la forme solide et sèche s'électrisent par leur
« contact avec les métaux; ainsi les acides oxalique,
« succinique, etc., parfaitement secs, soit en poudre,
« soit en masse, posés sur une plaque de cuivre, pren-
« nent l'électricité négative et communiquent au métal
« l'électricité positive, etc. »

Parmi les substances qui se combinent chimiquement, toutes celles dont les énergies électriques sont bien connues manifestent des états électriques opposés; ainsi le cuivre et le zinc, l'or et le mercure, le soufre et les métaux, les substances acides et alcalines, don-

nent des exemples conformes à ce principe. Le savant chimiste anglais en tire la conséquence qu'en supposant deux corps, dont les molécules sont dans un état électrique différent, et que ces états soient assez exaltés pour produire une force attractive supérieure au pouvoir de l'agrégation, il y a combinaison, d'où résulte une élévation de température, produite par la combinaison simultanée des deux électricités qui disparaissent aussitôt.

Suivant cette théorie, les états électriques de deux corps en contact sont exaltés par la chaleur, jusqu'au moment où la combinaison s'opère; mais j'ai déjà démontré, par des expériences rigoureuses, qu'il n'en est pas toujours ainsi, car les effets de contact, dans certains corps, peuvent quelquefois changer de signe avec l'accroissement de température, indépendamment de toute altération des surfaces de contact. Cette particularité, sur laquelle je reviendrai, est trop importante pour que je n'en fasse pas mention ici, puisqu'elle prouve que les effets électriques qui se manifestent dans les actions à petites distances ne sont pas aussi simples qu'on l'a d'abord cru.

M. Davy avance dans son Mémoire que, lorsqu'on introduit en même temps, dans une dissolution d'hdro-sulfure de potasse, deux morceaux identiques de cuivre poli, il ne se manifeste aucune action électro-chimique; mais que si l'introduction a lieu successivement, le phénomène est très-distinct, et la pièce de métal, plongée la première, devient négative et l'autre positive, et que ce résultat, qui est dû à la production d'une combinaison nouvelle, négative par rapport au

métal, ne doit pas dépendre d'une condition aussi simple qu'elle le paraît d'abord, et qu'on doit le rapporter aux arrangemens contenant deux substances métalliques distinctes et un liquide.

Ainsi, d'après M. Davy, et ce qui ne peut lui être contesté, la couche superficielle de sulfure qui recouvre le cuivre est négative par rapport au métal; le cuivre, à l'état de protoxide, est négatif, non-seulement par rapport au cuivre métallique, mais encore avec un sulfure.

La dissolution d'hydro-sulfure de potasse avec les alliages de plomb, d'étain et de fer, présentent les mêmes phénomènes, à l'intensité près.

Le zinc, le platine et les métaux, qui n'exercent point d'actions chimiques sur les dissolutions d'hydro-sulfure, ne présentent aucun phénomène de cette espèce; tandis que l'argent et le palladium, qui agissent puissamment dessus, produisent des effets très-marqués.

La production des courans électriques, à l'aide d'un seul métal et d'un seul fluide, se présente, suivant M. Davy, toutes les fois qu'il se forme, dans l'action chimique, de nouvelles substances capables d'adhérer aux métaux.

Ainsi, dans les dissolutions acides d'une certaine force, des morceaux du même zinc, étain, fer et cuivre, donnent lieu à des phénomènes semblables; la surface métallique plongée la première dans l'acide, étant ternie ou recouverte d'une couche légère d'oxide, devient négative par rapport au métal introduit subséquemment.

Les métaux nobles eux-mêmes obéissent à ces lois lorsqu'ils sont attaqués par des acides.

Tels sont les principaux résultats que j'ai extraits du Mémoire de M. Davy, et dont je suis bien éloigné de contester l'exactitude, puisque je les avais observés aussi en partie de mon côté. Mais était-ce bien là la marche à suivre pour prouver qu'il n'y avait aucune électricité dégagée pendant l'action chimique? N'était-il pas plus convenable de prendre les faits les plus simples, que d'observer des phénomènes composés, comme ceux que je viens de citer, qui, étant dus à plusieurs causes, laissent dans l'incertitude sur celle qui prédomine. Dès-lors il devient impossible d'assigner la part que chacune d'elles peut avoir à leur production.

Cette philosophie me semble plus appropriée à la nature des recherches sur l'électricité, où tout ce qui s'y rapporte est encore couvert d'un voile mystérieux.

M. Davy a cherché aussi à reconnaître les effets électriques qui se manifestent dans l'action d'un acide sur un alcali, l'un et l'autre à l'état liquide; mais ses essais ne lui ayant rien donné de satisfaisant, il n'a pas poussé plus loin ses recherches, soit en augmentant la sensibilité de ses appareils, soit en cherchant les causes qui s'opposaient à leur manifestation. Dans ce Mémoire, je me suis seulement occupé de montrer ce qui se passe pendant la combinaison des acides avec les alcalis ou les oxides; me proposant de faire connaître plus tard les effets électro-chimiques produits dans l'action des acides sur les métaux, indépendamment de toutes actions électro-motrices.

Je dois avouer d'abord avec franchise que, lors des

premières expériences que j'ai publiées sur les phénomènes électro-chimiques, j'ai négligé les effets électromoteurs des liquides sur les agens employés; mais peu à peu je m'en suis préservé, et déjà, dans la *Chimie* de M. Thenard, tome v, on peut voir que j'y avais eu égard. Je fis connaître plus tard, dans les *Annales de Chimie* (tome xxviii, page 27 et suiv.), un procédé qui permettait de les négliger (et dont je me servirai dans les recherches qui font l'objet d'une partie de ce Mémoire).

Le multiplicateur dont je me suis servi est extrêmement sensible. Il est formé de dix fils de cuivre, recouverts chacun de soie et enroulés tous ensemble autour de la boîte de l'appareil. Ces dix fils communiquent tous, à chacune de leurs extrémités, à un seul fil que l'on met en communication avec l'un des corps soumis à l'expérience. On adapte ensuite un système de quatre aiguilles aimantées, fixées d'une manière invariable, dans une position parallèle, à une tige très-fine en bois. Deux de ces aiguilles, ayant le même pôle en regard, sont placées dans l'intérieur de la boîte, et les deux autres, ayant aussi leur même pôle dans un sens opposé au précédent, se trouvent, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de cette même boîte. Au moyen de cette disposition, l'action du magnétisme terrestre est à-peu-près nulle, et le serait même tout-à-fait si les aiguilles étaient parfaitement identiques; mais comme il reste une force directrice excessivement faible, et que les aiguilles reçoivent chacune une action convenable, de la part du courant, pour faire dévier le système dans le même sens, l'appareil se trouve avoir acquis une sensibilité très-grande.

On est sans doute étonné de me voir employer dix fils, au lieu d'un seul dix fois plus pesant, lorsqu'on sait qu'un courant qui parcourt un fil et en rencontre plusieurs autres de diamètres égaux, se divise également dans chacun d'eux; de sorte qu'il ne passe pas plus d'électricité dans tous ces fils que dans le fil simple. Mais j'ai cru m'apercevoir que l'effet électro-magnétique produit par les dix fils est plus grand que lors qu'il n'y en a qu'un seul.

Une précaution indispensable est de garantir de tout contact de liquides acides ou alcalins, la surface des fils de platine qui servent à recueillir les életricités; car il pourrait en résulter un courant étranger à celui qui provient de l'action chimique : une seule goutte suffit pour produire cet effet.

Il faudra donc toujours tenir dans le même liquide les deux lames de platine qui terminent le fil de l'appareil, afin qu'elles se trouvent constamment dans le même état, au moment de l'expérience.

§ II. *Des Effets électriques résultant du contact des oxides ou autres composés avec les métaux, et de ces derniers avec les dissolutions de sel neutre.*

Il est admis en théorie que les oxides d'un métal sont négatifs par rapport à ce métal., mais on ne l'a pas encore prouvé d'une manière directe. On n'a pas démontré non plus quels étaient les effets électro-moteurs entre les métaux et les dissolutions de sel neutre, bien que M. Davy ait admis en principe que le cuivre soit positif par rapport à l'eau de mer ou à une dissolution d'hydro-

chlorate de soude ; ce qui l'a conduit à découvrir un procédé ingénieux pour préserver ce métal de la corrosion de l'eau de mer. Cependant, avant de se livrer à des recherches électro-chimiques, il est indispensable d'étudier les différens modes d'action dont je viens de parler, afin de pouvoir s'en garantir au besoin.

On prend deux capsules de porcelaine remplies de la même dissolution de sel neutre, de nitrate de potasse, par exemple, et on les fait communiquer ensemble avec une mèche d'amiante. Si l'on plonge dans chacune d'elles une lame de cuivre fixée à l'un des bouts du fil du galvanomètre, il n'y aura aucun effet électrique, puisque tout est semblable de part et d'autre (les surfaces ayant été préalablement décapées) ; mais si l'on répand du protoxide ou du deutoxide de cuivre sur une des lames, il se manifeste aussitôt un courant électrique, dont le sens indique que le métal est positif par rapport à son oxide. Ce procédé, que je me borne seulement à indiquer, peut servir à déterminer non-seulement la nature de l'action électro-motrice des oxides, des sulfures sur un métal quelconque, mais encore leurs rapports réciproques.

Qant à la détermination des effets électro-moteurs des métaux dans leur contact avec les dissolutions salines, on peut opérer ainsi : soient deux capsules de porcelaine, dont l'une contient une dissolution saturée d'hydro-chlorate de soude, et l'autre une dissolution du même sel très-étendue d'eau ; on les fait communiquer ensemble avec un tube recourbé, rempli de la dernière dissolution. Si l'on plonge ensuite dans chacune d'elles une lame de cuivre bien décapée et en communication avec l'ap-

pareil, il est bien évident que de chaque côté l'action électro-motrice sera la même à l'intensité près, et que là où est la dissolution concentrée, elle sera la plus forte. On aura donc une différence d'effets qui indiquera l'espèce d'électricité que le cuivre aura prise dans son contact avec la dissolution de sel marin. L'expérience prouve qu'il est négatif, résultat inverse de celui qui avait été supposé devoir exister par M. Davy. Or, comment se fait-il qu'en rendant le cuivre plus négatif on l'empêche d'être attaqué par l'eau de mer? c'est ce qu'il est difficile d'expliquer maintenant. Il se passe là des phénomènes électriques qui ne sont pas aussi simples que la théorie paraissait l'indiquer, et qui se lient à ceux que l'action chimique développe. J'avais déjà signalé ce résultat dans un de mes précédens Mémoires.

La dissolution de nitrate de potasse est également positive par rapport au cuivre, et il est probable qu'un grand nombre de dissolutions de sels neutres donnent un résultat semblable.

On ne peut pas attribuer cet effet à la présence d'un nouveau composé qui se formerait subitement sur la lame de cuivre qui plonge dans la dissolution la plus saturée; car si l'on change les lames de capsule, le sens du courant change aussitôt, ce qui n'aurait pas lieu s'il s'était formé une couche de chlorure ou d'oxide. Quand bien même ces couches existeraient, comme elles sont négatives par rapport au métal, les effets électriques seraient alors inverses de ceux donnés par l'expérience.

§ III. *Des Effets électriques développés dans l'action d'un acide sur un alcali ou un oxide.*

M. Davy n'a trouvé aucun effet électrique lorsqu'il a fait agir un acide quelconque sur une dissolution alcaline. Le procédé qu'il a adopté est à peu près le même que celui que j'ai décrit dans les *Annales de Chimie*, tom. XXVIII, pag. 27, lequel consiste à plonger les deux lames de platine qui terminent le fil du galvanomètre chacune dans une capsule de porcelaine remplie d'une dissolution conductrice de l'électricité; de placer entre elles deux autres capsules, dont l'une contient un acide et l'autre une dissolution alcaline, puis de les faire communiquer ensemble avec des mèches d'amiante. Cette disposition ne lui a donné aucun résultat, parce qu'il s'est servi d'une dissolution de sel neutre et de lames de platine, condition, comme nous le verrons plus loin, qui s'oppose au succès de l'expérience.

Dans le mode que j'ai adopté, les deux capsules extrêmes étaient en platine au lieu d'être en porcelaine, afin de recueillir le plus possible de l'électricité dégagée, et je les ai remplies d'acide nitrique ou d'acide hydro-chlorique, et non d'une dissolution de sel neutre, comme l'a fait M. Davy, pour la raison que j'exposerai ci-après; puis j'ai fait communiquer la première et la deuxième, la troisième et la quatrième avec des tubes recourbés d'un très-petit diamètre, remplis le premier du même acide que celui des capsules, et l'autre d'une dissolution légère de sel marin ou de

nitrate de potasse. Voici les résultats que j'ai obtenus. Avec l'acide nitrique et une dissolution de soude, on a d'abord eu une déviation de 6 à 7°; si l'on augmente l'intensité de l'action chimique en mettant des fragmens de soude dans la dissolution, de manière qu'ils touchent à l'acide, la déviation va jusqu'à 15° et souvent plus. Le sens du courant indique que l'acide s'empare de l'électricité positive, résultat inverse de celui que donne le simple contact quand il n'y a pas action chimique. Les acides sulfurique et hydrochlorique conduisent aux mêmes conséquences; néanmoins je dois faire observer qu'au moment où la combinaison commence, le courant suit souvent une direction opposée; mais si l'on augmente, comme précédemment, l'intensité de l'action chimique, le courant diminue, devient nul, puis change de signe. Ce changement, dans les effets électriques, tient peut-être aux impuretés qui se trouvent quelquefois sur l'amiante et qui déterminent des actions chimiques particulières.

Quant aux oxides métalliques le résultat est le même que dans la combinaison de l'acide nitrique avec la potasse ou la soude, si ce n'est que les effets sont moins marqués. Le mode d'expérience est aussi le même: au lieu de la dissolution de potasse, on verse dans la capsule qui la renfermait, une dissolution de sel neutre, et l'on répand de l'oxide sur la mèche d'amiante qui communique avec la capsule où est l'acide.

Pour rendre encore plus évidens les courans que manifestent les actions chimiques, je prends la liberté de rappeler à l'Académie les expériences que j'ai faites sur

les phénomènes qui accompagnent la décomposition de l'eau oxigénée avec une éponge de platine (1).

On fixe une cuiller de platine à l'une des extrémités d'un galvanomètre très-sensible, et à l'autre une éponge aussi en platine. Dans la cuiller, on verse de l'eau renfermant 7 à 8 fois son volume d'oxigène et on y plonge l'éponge; au même instant il y a autour d'elle une vive effervescence produite par le dégagement de l'oxigène, puis un courant électrique (en suivant le circuit) qui va de l'eau oxigénée ou de la cuiller à l'éponge, comme s'il y avait une action chimique. Ce courant est uniquement dû à la décomposition de l'eau oxigénée, car le platine de la cuiller et celui du fil, éprouvant le même mode d'action par le contact du liquide, les effets électro-moteurs se détruisent de part et d'autre.

Voilà un des exemples les plus frappans que l'on puisse citer en faveur de la doctrine que je soutiens. Tels sont les principaux résultats qui prouvent d'une manière incontestable que, pendant l'action chimique, il y a réellement manifestation d'effets électriques; qu'on ne doit pas attribuer à la réaction électrique des métaux sur les oxides qui se forment à leur surface. Mais ne pourrait-il pas se faire que ces effets provinssent quelquefois de l'action de la nouvelle combinaison sur l'alcali, l'oxide ou le métal qui la produite, et cela au moment même de sa formation; c'est ce qu'on ne peut dire encore. De nouvelles expériences éclairciront cette question délicate, qui paraît avoir quelque fondement, d'après les faits que je rapporterai dans le chapitre suivant.

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XXVIII, p. 21.

Dans le contact des corps, les actions électro-motrices croissent-elles avec l'élévation de température, jusqu'à l'instant de la combinaison, comme on l'a avancé? La réponse est affirmative pour un grand nombre de corps, dont le fer ne fait pas partie; car j'ai démontré d'une manière rigoureuse que dans un circuit formé de deux fils, l'un de fer et l'autre de cuivre ou d'un autre métal, si l'on élève la température d'une des soudures, l'autre étant à zéro, ces effets électriques qui ont alors lieu sont uniquement dus à l'accroissement de température, et peuvent servir par conséquent à indiquer les modifications apportées par la chaleur dans les effets électro-moteurs du cuivre et du fer, indépendamment de l'oxide qui se forme sur leurs surfaces, puisque les deux fils sont soudés. Or, voici ce que l'expérience donne : depuis o jusqu'à 140° environ, l'intensité du courant croît de la même quantité pour chaque accroissement égal de température; à partir de 140° cet accroissement diminue assez rapidement, et à 300°, il est à peine sensible. Si l'on continue à elever la température, ce courant diminue en suivant peut-être la même loi, devient nul, puis change de signe. Ce résultat remarquable que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans un de mes derniers Mémoires, joint à ceux dont j'ai parlé plus haut, ne peuvent guère cadrer avec la théorie électro-chimique telle qu'on l'a conçue jusqu'à présent.

M. Marianini, qui s'est occupé de recherches sur l'influence de la température dans les actions électro-motrices, n'a pas envisagé la question sous le même point de vue que je viens de le faire; car il ne s'est pas ga-

ranti des effets résultant de la présence des oxides que son mode d'expérimenter faisait naître ; ensuite il n'a point été conduit au même résultat.

CHAPITRE II.

De l'Influence de l'électricité à petite tension pour déterminer la combinaison ou la formation de certains corps.

§ Ier. *Considérations générales.*

Les rapports entre les forces chimiques et les forces électriques se sont tellement multipliés par les découvertes qui ont été faites depuis quelques années, que les recherches des physiciens doivent se diriger naturellement sur cette branche importante de nos connaissances. C'est en se garantissant surtout de l'esprit de système dans des phénomènes aussi composés, que l'on peut espérer d'arriver à des résultats qui jetteront quelque jour sur les grands phénomènes de la nature.

De nombreuses expériences ont déjà montré comment, avec de très-petites forces électriques convenablement employées, on pouvait déterminer ou arrêter certaines actions chimiques ; mais elles ont été faites la plupart dans un but particulier, et non dans celui de provoquer des affinités entre certains corps, là où jusqu'à présent la chimie n'a pu les faire naître, par les moyens dont elle dispose ordinairement.

Il faut d'abord voir ce qui arrive lorsqu'un courant électrique très-faible parcourt un circuit métallique, interrompu par une dissolution de sel neutre, dans la-

quelle plongent les deux bouts du fil qui forme ce circuit, parce qu'une disposition semblable se répétera toujours dans les expériences dont il sera question ci-après.

Je prends deux fils de cuivre d'un petit diamètre, que je fais communiquer ensemble au moyen de deux anneaux passés l'un dans l'autre; les deux bouts libres sont joints à ceux du fil du galvanomètre; puis je coupe le circuit en un point, et je plonge les deux extrémités détachées dans une dissolution d'hydro-chlorate de soude. Maintenant, si l'on porte au rouge avec une lampe à alcool la température d'un des anneaux, il se manifeste aussitôt un courant électrique tel, que l'anneau, qui a été chauffé, fournit l'électricité négative; mais si l'on termine chaque bout qui plonge dans la dissolution saline par un fil de platine, le courant est nul; il en est de même avec des fils d'or. Avec des fils d'argent le courant est très-faible, tandis qu'avec des fils de zinc, de plomb, de fer, d'étain, etc., le courant est très-énergique. Ces effets remarquables, qui sont très-importans pour les phénomènes dont je m'occupe, ne tiennent nullement à la conductibilité des métaux; car le plomb et le zinc, qui sont les plus mauvais conducteurs, sont ceux qui avec le cuivre donnent les effets les plus marqués. Le courant cesse aussitôt que la lampe est enlevée.

Or, comme le zinc, le cuivre, le plomb et le fer appartiennent à la classe des métaux oxidables, je conclus que dans un circuit métallique, interrompu par une dissolution saline lorsqu'on y fait naître les deux électricités (à très-petite tension) en un point quel-

conque, *il y a courant électrique ou non, suivant que les deux bouts de fil semblables, qui plongent dans la dissolution, appartiennent à un métal oxidable ou à un métal non oxidable.* Cette propriété remarquable, sur laquelle je reviendrai dans un prochain Mémoire, nous explique pourquoi M. Davy n'a pas trouvé d'électricité dans la combinaison des acides avec les alcalis; car les deux lames de platine qui recueillaient ces électricités, plongeant dans les dissolutions de sel marin, il ne devait y avoir manifestation d'aucun courant électrique. Mais si l'on remplace cette dissolution par un acide, il n'en est plus de même, parce que cette espèce de liquide n'interrompt pas le courant.

Depuis le travail de M. Berzelius sur les sulfo-sels, on a dû penser que tous les sels d'un même genre pouvaient se combiner ensemble, au moins deux à deux. Aussi plusieurs chimistes, et entr'autres M. Boullay, se sont-ils livrés avec succès à des recherches de ce genre, dont je n'ai pas connaissance. De mon côté, je m'en suis occupé aussi, mais dans un but beaucoup plus général, comme on pourra le voir par les applications nombreuses auxquelles j'ai été conduit, et en n'employant que des forces électriques.

J'avais d'abord eu l'intention de traiter avec quelques détails cette question, mais je m'aperçus bientôt que le travail, pour être complet, exigeait des analyses chimiques et des développemens que le temps ne m'a pas permis de faire; je me bornerai donc, dans ce Mémoire, à indiquer la méthode que j'ai suivie.

La plupart des composés que j'ai obtenus, cristallisent parce qu'ils se forment lentement et que rien

ne tend à troubler l'arrangement régulier que cherchent à prendre les molécules. Par exemple, on conçoit que si un composé insoluble se forme insensiblement au milieu d'une dissolution d'un sel qui a de la tendance à s'unir avec lui, au lieu de se précipiter, il se combinera et il pourra en résulter peu à peu des cristaux de sel double.

Il est bien certain que les forces électriques dont je me servirai pour cela ne peuvent provenir que d'actions électro-motrices ou d'électricité dégagée pendant les actions chimiques; car il est impossible d'opérer des décompositions ou des combinaisons sans se servir simultanément des deux espèces d'électricités émanant d'une source continue. Mais la difficulté consiste dans le choix de ces forces, dont le degré d'énergie est la cause principale des phénomènes. Ce degré est-il considérable, vous isolez tous les élémens; est-il très-faible, vous n'enlevez qu'un, deux, trois de ces élémens, suivant leur nature. On conçoit donc qu'il est de la plus haute importance d'étudier l'influence que doit avoir un courant électrique plus ou moins faible pour déterminer telle ou telle action chimique; car il est infiniment probable que la nature, dans les phénomènes de décomposition et de recomposition qui s'opèrent journellement sous nos yeux, et dont le temps est un des élémens, n'emploie pas d'autres forces que celles dont nous parlons, ou du moins ce sont celles dont elle dispose le plus souvent, comme nous en avons déjà quelques exemples. Des recherches de ce genre doivent donc avoir de l'intérêt pour les minéralogistes et les géologistes qui se livrent à l'étude des corps que recèle

notre planète, et des changemens ou altérations qu'ils éprouvent avec le temps par leur contact avec certaines masses.

On peut employer deux procédés différens pour déterminer la combinaison de certains corps ; le second est plus fécond en applications que l'autre, et j'en parlerai le dernier.

§ II. *Combinaison des Chlorures.*

On n'a fait jusqu'à présent que peu de recherches sur la combinaison des chlorures entr'eux, à part celles cependant de M. Boullay fils, que ce jeune chimiste a annoncées à l'Académie. On sait que lorsqu'on plonge quelques métaux dans certaines dissolutions d'hydrochlorate avec le contact de l'air, il se forme des sels doubles qui cristallisent difficilement ou point du tout.

Soit un tube recourbé en U, de 1 à 2 millim. de diamètres, au fond duquel on place un tampon d'amiante, pour empêcher le mélange des liquides contenus dans chaque branche ; dans l'une on verse une dissolution de sulfate de cuivre mélangé avec une certaine quantité de deutoxide de même métal qui va au fond, et dans l'autre une dissolution de l'hydro-chlorate que l'on soumet à l'expérience avec du même sel non dissous : prenons d'abord le sel marin ; l'on établit la communication avec une lame de métal, que je suppose être du cuivre ; bientôt le bout qui est plongé dans la dissolution de sulfate se recouvre de cuivre à l'état métallique ; l'acide sulfurique mis à nu et qui ne va pas à l'autre pôle, comme je l'ai déjà démontré, se porte sur l'oxide qui

est au fond du tube, en dissout une partie, d'où résulte une nouvelle décomposition par l'action permanente de la petite pile; de sorte qu'il s'opère de ce côté une suite non interrompue de décompositions et de recompositions; et comme tous ces effets ont lieu lentement, les cristaux de cuivre qui se forment finissent par acquérir un certain volume, qu'ils ne prennent pas quand l'action de la pile est plus considérable.

Dans l'autre branche du tube, voici ce qui se passe : une partie de l'hydro-chlorate de soude est décomposée, l'acide hydro-chlorique se porte sur le cuivre qui s'est oxidé, comme étant à l'état positif, et donne naissance probablement à un oxi-chlorure qui se combine avec le chlorure de sodium; il se forme alors peu à peu sur la lame de cuivre des cristaux octaèdres. Ce phénomène s'opère avec ou sans le contact de l'air, comme on peut le voir en fermant hermétiquement les deux ouvertures du tube.

Ces cristaux bien secs, renfermés dans un tube scellé à la lampe, n'éprouvent aucune altération; mais aussitôt leur contact avec l'eau, ils se décomposent, et l'on obtient de l'hydro-chlorate de soude et un sous-muriate de cuivre.

Ces cristaux, quand on prolonge l'expérience pendant un mois ou deux, éprouvent des changemens assez remarquables : ils sont d'abord incolores et bien limpides, deviennent violets, et finissent par prendre une teinte verte d'émeraude, sans perdre leur transparence.

Quelle est la cause de ces changemens? Je l'ignore encore; l'analyse seule peut nous l'apprendre; mais pour l'instant je me borne à décrire les moyens d'expé-

rience et quelques-unes des propriétés physiques des composés qui en résultent.

D'après l'explication que j'ai donnée plus haut, l'hydro-chlorate de soude se trouvant décomposé, une certaine quantité de soude doit être mise à nu; on peut s'en convaincre effectivement en mettant dans la dissolution une légère infusion de choux rouge, car elle ne tarde pas à changer de couleur.

Quand un morceau de cuivre est plongé dans une dissolution de sel marin, on n'obtient seulement qu'un sous-hydro-chlorate de cuivre qui se précipite au fond du vase.

L'argent et la dissolution de chlorure de sodium donnent également une combinaison. On emploie toujours le tube recourbé, et l'on verse dans chaque branche une dissolution d'hydro-chlorate de soude, puis, dans l'une, on plonge un fil de platine, et dans l'autre un fil d'argent, que l'on fait communiquer ensemble par leurs extrémités libres afin de former un couple voltaïque. L'expérience est abandonnée à elle-même pendant quelques mois; au bout de quinze jours, on commence à apercevoir sur le fil d'argent des cristaux qui augmentent peu à peu de volume, et offrent une forme rhomboïdale avec des facettes additionnelles. Ces cristaux ne sont pas encore assez gros pour que l'on puisse déterminer exactement leur système cristallin. Ils jouissent de la propriété de n'éprouver aucune altération dans l'eau. Leur composition n'est pas encore déterminée; mais il est probable que c'est un double chlorure d'argent et de sodium. Ces cristaux changent également de couleur; ils prennent une teinte violette, puis bleue.

Le plomb et l'étain ont été soumis aux mêmes expériences que le cuivre, ce qu'on a fait en substituant au cuivre une lame d'un de ces deux métaux, et versant dans une des branches du tube, une dissolution de sulfate de cuivre, et dans l'autre une dissolution d'hydro-chlorate de soude. Il y a eu aussitôt précipitation du cuivre sur le plomb ou l'étain, d'où est résulté un couple voltaïque. On a obtenu, comme avec le cuivre, des doubles chlorures.

Hydro-chlorate d'ammoniaque et Métaux.

Une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque substituée à celle d'hydro-chlorate de soude, dans l'expérience précédente, produit avec le cuivre, sans le contact de l'air, une combinaison double qui cristallise en octaèdre, dont les arêtes ou les angles sont tronqués. Mise en contact avec l'eau, il en résulte de l'hydro-chlorate d'ammoniaque et un sous-hydro-chlorate de cuivre qui se précipite. Ces cristaux, en continuant l'expérience quelque temps, finissent par prendre une teinte violette semblable à celle de l'améthiste.

On obtient une semblable combinaison en laissant à l'air libre une lame de cuivre dans une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque; mais alors l'air est nécessaire; car, si l'on ferme le tube hermétiquement, il ne se produit rien.

Ce qui se passe ici se conçoit facilement puisque, dans le petit appareil galvanique fermé hermétiquement, l'oxigène seul étant transporté au pôle positif du fil de cuivre qui plonge dans la dissolution de sel marin,

remplace celui qui est fourni par l'air dans le cas où une lame de cuivre est en contact avec une dissolution de sel ammoniac à l'air libre.

Souvent il arrive, sans que l'on en connaisse la cause et quoique le tube soit fermé avec soin, qu'il se forme deux combinaisons; l'une dans la partie supérieure, qui cristallise en beaux cristaux bleus hexaèdres, terminés par des pyramides quadrangulaires; et l'autre, dans la partie inférieure qui est celle dont nous venons de parler. Ces deux espèces différentes de cristaux, mises en contact avec l'eau, donnent les mêmes produits. J'examinerai dans un autre Mémoire en quoi diffèrent ces deux composés qui paraissent se former en même temps et dans les mêmes circonstances.

L'argent, le plomb, le zinc, etc., avec le sel ammoniac, produisent également de doubles chlorures en les soumettant aux mêmes expériences que le cuivre.

Hydro-chlorate de baryte et métaux disposés comme ci-dessus.

L'hydro-chlorate de baryte et de plomb n'agissent l'un sur l'autre que très-lentement, mais au bout de quinze jours il se forme au tour du plomb une grande quantité de cristaux soyeux, qui, mis en contact avec l'eau, donnent de l'hydro-chlorate de baryte et un sous-hydro-chlorate de plomb.

§ II. *Combinaison des Iodures.*

La méthode que je viens d'exposer peut servir à combiner les iodures métalliques insolubles avec les iodures

des métaux alcalins. Prenons le plomb. On verse dans une des branches du tube, une dissolution de sulfate de cuivre et dans l'autre, l'hydriodate de potasse ou de soude ; puis l'on plonge dans chacune d'elles le bout d'un fil de métal, de plomb par exemple ; d'un côté il y a précipitation de cuivre, et de l'autre formation assez rapide d'un double iodure de potassium ou de sodium et de plomb, qui cristallise en longs filamens soyeux. Ce double iodure est décomposé par l'eau, qui produit l'iodure de plomb et de l'hydriodate de potasse ou de soude. Cette expérience réussit avec un tube de 5 à 6 millimètres de diamètre.

Le cuivre, placé dans les mêmes circonstances, donne naissance à un précipité abondant blanc.

Le fer, l'argent, l'or n'offrent rien de particulier. Je ferai observer à cet égard que les combinaisons dont il est ici question ne doivent pas exiger toutes, pour se former, une tension électrique de même intensité. Ce n'est que par des essais multipliés que l'on parviendra à déterminer le degré de tension qui convient dans chaque cas.

Au surplus, le but que je me suis proposé dans ce Mémoire a été d'indiquer seulement comment on pouvait combiner certains corps entre eux au moyen de l'électricité; il suffit pour cela de quelques exemples.

J'ai dit plus haut qu'on pouvait employer deux procédés pour former les combinaisons; le premier ayant été décrit, il reste à parler du second, dont les résultats sont nouveaux. Voici sur quel principe il est fondé.

Le contact d'un métal avec les oxides ou un oxide

appartenant à un autre métal, produit une action électromotrice. Il résulte de là que si l'on prend un tube fermé à l'une de ses extrémités, que l'on mette dedans un oxide quelconque, puis un liquide et une lame de métal qui touche l'un et l'autre, on aura action électromotrice du métal sur l'oxide et du liquide sur chacun de ces deux corps. L'effet chimique qui aura alors lieu proviendra de la résultante de ces trois forces, et comme on ne connaît pas leurs rapports mutuels, il est impossible de prévoir d'avance ce qui arrivera; l'expérience seule peut l'apprendre; dans la nature, des cas semblables doivent se représenter continuellement, car je ne fais rien autre chose ici que de mettre tous les corps en contact deux à deux avec toute espèce de liquide comme nous en avons continuellement des exemples sous les yeux; dès-lors je dois reproduire les phénomènes que l'on observe sur la terre ou dans son sein; du moins j'expose la méthode qui peut y conduire.

Je vais donner quelques exemples de ce mode d'action. Je prends trois tubes fermés à l'une de leurs extrémités, de 2 à 3 millimètres de diamètre; dans le premier, on met une petite quantité de protoxide de plomb, dans le deuxième du deutoxide, et dans le troisième du tritoxide; on verse ensuite dans chacun d'eux une dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque, puis l'on plonge dedans une lame de plomb qui touche et l'oxide et la dissolution. Dans le tube où est le protoxide, il se précipite sur la lame du plomb à l'état métallique; dans le deuxième, il y a des effets chimiques peu marqués, et dans le troisième, qui renferme du trit-

oxide, il se forme une grande quantité d'un double chlorure de plomb et d'ammoniaque, qui cristallise en aiguilles sur la lame de plomb.

Voilà donc des effets différens, selon que l'on emploie du protoxide, du deutoxide ou du tritoxide de plomb.

Pour qu'il y ait précipitation du métal, il faut que la lame de plomb soit l'extrémité négative d'une pile; mais, d'une part, cette lame est positive par rapport au protoxide; de l'autre, elle fournit l'électricité positive à la dissolution de sel ammoniac dans son contact avec elle, comme on peut le voir au galvanomètre; par conséquent, dans aucun de ces deux cas, le plomb ne peut être le côté négatif d'une pile. Il ne reste plus que l'action électro-motrice de la dissolution sur le protoxide; mais on ne voit pas comment elle pourrait l'emporter sur les deux autres; car en général les effets électro-moteurs sont plus grands entre les liquides et les métaux, qu'entre les liquides et les oxides.

Ainsi, on ne peut pas expliquer comment s'opère la réduction de l'oxide, qui doit être d'abord dissous par la dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque, et ensuite décomposé par la lame de plomb. C'est encore un de ces mystères qu'il n'est guère possible de pénétrer.

Quant au phénomène qui se passe avec le tritoxide de plomb, on le conçoit : le plomb étant plus positif avec le tritoxide qu'avec le protoxide, cette action peut l'emporter sur les autres ; alors il devient positif, décompose l'hydro-chlorate d'ammoniaque, et donne nais-

sance ainsi à un double chlorure, comme je l'ai exposé précédemment. La liqueur devient alcaline, ce qui indique de l'ammoniaque mise à nu. Les cristaux sont également décomposés par l'eau, qui retient l'hydrochlorate d'ammoniaque et en sépare un sous-hydrochlorate de plomb qu'on n'a pas encore examiné.

L'hydro-chlorate de soude, substitué à celui d'ammoniaque dans l'expérience, donne des résultats à peu près semblables, c'est-à-dire que le protoxide de plomb jouit de la propriété, dans son contact avec une lame de plomb et une dissolution de sel marin, d'être réduit par la lame.

Le cuivre, avec ses oxides et les dissolutions d'hydrochlorate de soude, de potasse, d'ammoniaque, etc., donne des résultats également curieux. Avec la dissolution d'hydro-chlorate de soude, dans un tube fermé, il ne se manifeste aucun phénomène particulier; tandis qu'avec la dissolution d'hydro-chlorate d'ammoniaque et sans le contact de l'air, il se forme des doubles chlorures, dont les cristaux, qui finissent par se colorer en jaune, prennent un assez grand accroissement, et n'affectent pas la même forme que ceux obtenus par le premier procédé.

Ce qu'il y a de remarquable dans cette expérience, c'est que le deutoxide de cuivre non hydraté noir, reprend peu à peu sa couleur bleue, de sorte que l'hydrate paraît se reformer sous l'influence des effets électriques développés par le contact du cuivre avec son deutoxide et la dissolution de sel ammoniac.

Le cuivre, son deutoxide et une dissolution d'hydrochlorate de deutoxide de mercure, donnent naissance à

un double chlorure qui cristallise en lames ayant l'aspect métallique.

Le principe que j'indique ici peut servir aussi à faire cristalliser des oxides.

Que l'on mette dans un tube fermé à l'une de ses extrémités une dissolution de nitrate de cuivre, de la poussière très-fine de charbon, ou même du deutoxide de cuivre qui ira au fond et une lame de cuivre, et que l'on ferme l'autre extrémité ; au bout d'une quinzaine de jours, on apercevra sur la lame de cuivre des petits cristaux octaèdres, rouges, transparens, de protoxide de cuivre. Voilà donc un moyen de faire cristalliser un oxide. Dans l'espoir d'obtenir les mêmes résultats avec d'autres métaux, j'ai soumis à l'expérience le plomb, le zinc, l'étain, l'argent, le platine ; comme le temps est un des élémens nécessaires à la production de ces composés, j'ignore encore ce qui arrivera. Je ne vois pas comment on peut expliquer ce phénomène : ce qu'il y a de certain, c'est que le fait existe.

J'ai observé encore un grand nombre de faits curieux que je pourrais rapporter ici ; mais je me suis proposé seulement, dans la seconde partie de ce Mémoire, de montrer comment on pouvait faire naître des actions chimiques, la plupart inconnues, par l'emploi seul des forces électriques. Dans un travail où tout est nouveau, il m'a été impossible de saisir d'abord les lois qui lient les phénomènes ; ce n'est qu'en multipliant les expériences, coordonnant les résultats, que l'on parviendra à s'en rendre compte et à les présenter d'une manière méthodique ; je me borne aujourd'hui à indiquer la marche à suivre pour y parvenir, persuadé qu'elle peut

ouvrir aussi un vaste champ de recherches aux chimistes et aux minéralogistes qui s'occupent de l'histoire de notre globe.

IIe Note *sur les Pouzzolanes naturelles et artificielles.*

Par M. Girard,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Les recherches chimiques auxquelles beaucoup de savans distingués se sont livrés, pour connaître la cause des propriétés dont jouissent les pouzzolanes volcaniques et artificielles, n'ont pas abouti jusqu'aujourd'hui à donner une théorie passable d'un phénomène pourtant si commun dans les arts; peut-être cela tient-il à ce que les circonstances de ce phénomène n'ont pas été appréciées à leur juste valeur. Ce qui distingue en effet les pouzzolanes des autres substances terreuses, c'est seulement la propriété d'acquérir un certain degré de dureté lorsqu'on les mélange intimement avec de l'hydrate de chaux grasse, et qu'on tient le composé sous l'eau pendant un temps plus ou moins considérable. On appelle mauvaises pouzzolanes celles qui, dans ces circonstances, donnent un produit qui n'atteint jamais qu'une dureté médiocre, ou plutôt celles qui exigent un mois et plus pour faire corps. Tout le phénomène qu'il s'agit d'expliquer, consiste donc, comme on voit, dans le *degré de dureté obtenu au*

bout d'un temps donné. Or, on sait que la dureté n'est pas au nombre des propriétés qui, dans la nature, peuvent distinguer génériquement une substance. Les mêmes quantités des mêmes élémens donnent lieu à une foule de corps, dont la dureté varie à l'infini. Ainsi, depuis la craie jusqu'au marbre, on peut marquer plus de vingt nuances dans la résistance du carbonate calcaire presque pur. On devait donc s'attendre que les analyses, en constatant seulement les quantités de silice, alumine et oxide de fer contenues dans les argiles, n'apprendraient rien, ou du moins bien peu de chose sur les propriétés pouzzolaniques. C'est ce que l'expérience a confirmé, et il faut maintenant chercher, dans des circonstances moins essentielles, les causes de ces propriétés.

Les faits chimiques n'ayant pas éclairé la question, MM. John et Berthier paraissent s'accorder pour attribuer uniquement les propriétés des pouzzolanes à la *cohésion* et à la *faculté absorbante* qu'acquiert la matière par l'action du feu.

Mais les propriétés des arênes ou sables fossiles argileux, que j'ai signalées le premier, et celles que MM. Meril et Payen découvraient à la même époque, quoiqu'à un degré plus faible, dans les grauwacks et les granits décomposés de la Bretagne, ne permettent pas d'adopter, au moins sans restriction, l'opinion de MM. John et Berthier. Et je crois être à même d'établir aujourd'hui qu'en effet la *cohésion et la faculté absorbante* ne sont, à aucun degré, les causes des propriétés pouzzolaniques.

M. Vicat a examiné (*voyez* le Cahier de juin 1826

des *Annales de Chimie et de Physique*) quelle était l'influence de la calcination sur chacun des élémens d'une argile qui, calcinée elle-même, donnait une bonne pouzzolane. Cette recherche semblait devoir jeter beaucoup de lumière sur la théorie; cependant elle n'a eu pour résultat que de prouver que la silice séparée par les acides d'une argile crue, est une excellente pouzzolane, et perd une partie de cette propriété par la calcination, tandis que l'alumine, qui n'est qu'une mauvaise pouzzolane, gagne un peu par la calcination, mais trop peu pour compenser ce que perd la silice; de sorte que M. Vicat est amené à conclure de cette expérience, qu'il n'est pas exact d'assimiler ce qui se passe dans un mélange intime de silice, d'alumine et d'oxide de fer, soumis à une faible calcination, à ce qui a lieu quand les mêmes oxides sont calcinés séparément. La question reste donc entière, et voici succinctement le résultat des expériences que j'ai tentées pour essayer de la résoudre, et que que tout le monde pourra répéter facilement.

Si l'on sépare par le lavage les argiles auxquelles les arênes doivent leurs propriétés pouzzolaniques, et qu'on les choisisse parmi les plus énergiques et parmi celles qui le sont moins; si l'on fait la même opération sur certains sables argileux, de *couleur lie de vin foncée*, qui n'ont, comme pouzzolanes, que des propriétés négatives; si à ces échantillons on joint des argiles pures, c'est-à-dire, exemptes de sable et plus ou moins ocreuses, telles qu'on en trouve abondamment partout; si l'on combine chacune de ces argiles séchées à l'air et réduites en poussière, avec moitié de son volume d'hy-

drate de chaux grasse, et qu'on immerge, en consistance de pâte ferme, les différens mortiers ainsi obtenus, on sera naturellement conduit à diviser en trois classes les argiles dont on aura fait usage en appelant :

Argiles bonnes pouzzolanes, celles qui auront donné des mortiers qui, au bout de dix à quinze jours au plus, résisteront à la plus forte pression du doigt sans recevoir d'empreinte, ou qui, chargées sur une surface de $0^{m},00005$ d'un poids de $2^{k},00$, n'éprouveront aucune dépression appréciable ;

Argiles moyennes pouzzolanes, celles pour lesquelles il faudra attendre un mois ou un mois et demi pour obtenir un semblable résultat ;

Enfin, *Argiles pouzzolanes nulles*, celles qui donnent des mortiers qui restent mous indéfiniment, et que le doigt traverse avec facilité. J'avertis que je n'ai trouvé d'argiles de cette classe que parmi les terres fortement ocreuses et couleur lie de vin, dont j'ai parlé plus haut ; mais il peut en exister d'autres.

Je dois faire remarquer d'abord que dans la première classe se trouvent non-seulement les argiles extraites des *arènes énergiques* dont j'ai parlé dans ma première Note, mais encore des argiles *brunes-jaunâtres* et autres, qu'on rencontre dans la nature sans mélange de sable. On peut en dire autant de la seconde classe, et il faut en conclure que *les argiles extraites des arènes ne jouissent pas de propriétés spéciales*, mais que ces propriétés leur sont communes au même degré avec beaucoup d'autres argiles de différentes couleurs ; et que les propriétés des arènes n'ont été remarquées qu'à cause du mélange des fragmens siliceux, qui, se trouvant

tout fait, rend ces propriétés beaucoup plus saillantes, comme je le développerai ailleurs.

Ayant classé, par ces premiers essais, les substances que je me proposais d'examiner, je les ai soumises *à l'état de poussière* dans un creuset ouvert, à une chaleur voisine de la chaleur rouge obscure pendant quinze minutes seulement. Et voici les phénomènes qui se sont présentés : les argiles des deux premières classes ont promptement subi une sorte d'ébullition; en même temps leur couleur a rapidement changé, pour passer du rouge jaunâtre, du jaune, du brun jaunâtre, etc., au rouge brun foncé, au rouge vif, au rouge noirâtre, etc.; et pesant avec soin la matière avant et après cette opération, j'ai trouvé que ces argiles calcinées avaient perdu des quantités variables de leur poids, qui pour quelques-unes allaient jusqu'au cinquième du poids primitif.

Les argiles de la dernière classe, au contraire, n'avaient pas changé de couleur d'une manière appréciable, et n'avaient généralement perdu que deux ou trois centièmes de leur poids.

En formant des mortiers avec les argiles ainsi préparées, dans les mêmes proportions et avec la même chaux dont j'avais fait usage pour essayer les argiles naturelles, j'ai trouvé, 1° que les argiles de la première classe étaient toutes devenues, sans exception, d'excellentes pouzzolanes, c'est-à-dire que les mortiers obtenus comme il vient d'être dit, et immergés, avaient acquis, au bout de deux jours, assez de consistance pour résister absolument à l'impression du doigt; que ces mêmes mortiers, essayés au bout de quinze jours par

la pénétration d'une pointe, présentaient une dureté égale à celle des mortiers des mêmes argiles crues, au bout de *quatre mois*, et qu'en suivant cette comparaison jusqu'à un terme plus éloigné, les progrès des mortiers d'argile calcinée étant ensuite beaucoup plus lents que ceux des mortiers d'argile crue, il n'y avait plus de différence appréciable, au bout d'une année, entre les uns et les autres, en ayant soin, bien entendu, de gratter d'abord les surfaces en contact avec l'eau jusqu'à *un* ou *deux centimètres* de profondeur, opération dont j'ai fait remarquer la nécessité dans la première Note que j'ai fait insérer dans les *Annales* sur cet objet. 2° Que les argiles de la deuxième classe présentaient à-peu-près les mêmes phénomènes, avec cette différence que les pouzzolanes obtenues par la calcination étaient généralement moins énergiques, et donnaient des mortiers moins durs que les précédens. Il y avait d'ailleurs une différence beaucoup plus grande entre ces mortiers et ceux d'argile crue, que pour les argiles de la première classe. Il fallait plus de huit mois aux derniers pour atteindre le degré de dureté que les autres obtenaient au bout de quinze jours. 3° Enfin les argiles de la troisième classe ne paraissaient avoir rien gagné, ou bien peu gagné par la calcination, et ne donnaient que des mortiers qui sous l'eau restaient constamment mous comme auparavant.

Quoiqu'il me parût très-probable que l'effet d'une calcination aussi peu prolongée et aussi légère que celle à laquelle j'avais soumis les différentes argiles, ne pouvait avoir été que d'opérer la décomposition d'un hydrate, et qu'il fallait attribuer la diminution notable

du poids de la matière, l'espèce d'ébullition et le changement remarquable de couleur, au dégagement de l'eau qui était retenue en combinaison ; cependant je crus nécessaire de m'assurer directement qu'il n'y avait ni dégagement ni absorption du gaz dans cette opération. Pour y parvenir, je distillai une quantité déterminée d'argile de la première classe à l'état de poussière, dans une cornue réunie par une alonge à un ballon ; il m'a suffi de tenir la cornue à la chaleur voisine du rouge obscur pendant quinze à vingt minutes. Le changement de couleur eut lieu comme à l'air libre, et il se condensa dans le ballon de la vapeur d'eau en gouttelettes. Quand l'appareil fut refroidi et l'eau rassemblée, le poids de l'argile calcinée et celui de cette eau me représenta à-peu-près exactement le poids de l'argile employée (1).

On peut donc regarder comme démontré, au moins pour toutes les argiles plus ou moins ocreuses, les seules que j'ai trouvées sous ma main, et qui sont certainement répandues en très-grande quantité dans la nature, que le seul effet d'une calcination légère, suffisante pour les faire passer à l'état d'excellentes pouzzolanes, est de décomposer, au moins en très-grande partie, l'hydrate formé par les différens oxides qui composent l'argile à l'état naturel.

---

(1) Lorsque l'argile contient du carbonate de chaux ou des matières végétales, il se dégage en effet des gaz ; mais toujours en petite quantité. Ce dégagement n'a, au reste, aucun rapport avec la calcination des pouzzolanes purement argileuses.

Cette conclusion était, il faut l'avouer, éminemment d'accord avec l'opinion de MM. John et Berthier, puisqu'il est bien évident que, par la décomposition de l'hydrate, la faculté absorbante se trouvait considérablement augmentée dans le produit. Mais il restait à expliquer pourquoi certaines argiles n'étaient que des pouzzolanes médiocres, et pourquoi d'autres étaient nulles, comme après la calcination.

Je crus trouver, dans l'analyse chimique, la solution de ce problème; mais j'arrivai à des résultats qui ne pouvaient y satisfaire. D'abord, parmi les argiles de la première et de la seconde classe on en trouve qui sont composées, pour ainsi dire, de la même quantité des mêmes élémens. Ensuite les argiles que j'ai nommées *pouzzolanes nulles*, contiennent généralement plus de 80 parties de silice pour 100, très-peu d'alumine et beaucoup d'oxide de fer. Fallait-il donc attribuer uniquement à la présence de l'alumine et à la calcination le développement des propriétés pouzzolaniques? Ce fait eût été en opposition directe avec les expériences de M. Vicat, que j'ai citées plus haut.

Je me retrouvais ainsi placé au milieu des mêmes incertitudes qui avaient accompagné les recherches de ceux qui s'étaient occupés avant moi du même sujet. Enfin j'eus l'idée de former des mortiers avec les élémens de chaque argile séparément, et de comparer les résultats. A cet effet, je séparais les diverses argiles naturelles que j'avais essayées en *silice*, d'une part, et en *alumine et oxide de fer*, de l'autre, au moyen de l'acide hydro-chlorique et de l'ammoniaque. Je lavai avec soin les résidus sur le filtre, et après les avoir fait

sécher lentement au soleil ou sur un féu doux, en évitant tout ce qui aurait pu passer pour une calcination, je les mélangeai par portions égales avec de l'hydrate de chaux grasse, et j'immergeai les mortiers. Il eût mieux valu employer moitié d'hydrate de chaux, comme dans les expériences précédentes, mais je préférai l'autre proportion, parce que j'opérais sur de petites quantités de chaque matière.

Voici maintenant les résultats que je fus bientôt à même d'apercevoir 1°. tous les mortiers formés avec la silice des argiles de la première classe, avaient fait corps au bout de trente-six heures, de manière à ce que la plus forte impression du doigt ne faisait pas même disparaître les plus légères inégalités de la surface. Au bout de huit jours, ces mortiers avaient acquis une grande consistance, et en les soumettant à l'essai au moyen de l'enfoncement d'une pointe, j'ai trouvé cette consistance supérieure à celle des mortiers d'argile calcinée, après quinze jours d'immersion. 2°. Les mortiers formés avec la silice extraite des argiles de la seconde classe, acquéraient une dureté moins considérable que les précédentes. 3°. Enfin, ceux obtenus avec la silice extraite des argiles de la troisième classe restaient mous indéfiniment. 4°. Les mortiers formés dans chaque classe avec le composé d'alumine et d'oxide de fer, séché légèrement, et qui par conséquent retenait encore une quantité d'eau assez considérable, avaient fait corps après 15 ou 20 heures au plus d'immersion. Je ne crois pas qu'il existe de pouzzolane plus rapidement énergique, et je n'y ai pas remarqué de différence sensible, quoique le composé d'alumine et d'oxide variât beaucoup

pour les proportions. Toutefois, il importe de remarquer que cette consolidation rapide n'est pas suivie de progrès qui y correspondent, et qu'au bout de huit et quinze jours les mortiers de silice des deux premières classes sont plus durs que ceux-ci. 5°. Enfin les mortiers formés par tous les élémens de l'argile à la fois, offrent à peu près les mêmes résultats que ceux de silice, pour les deux premières classes. Cependant, et j'insiste sur ce point, ces élémens contiennent alors au moins autant d'eau que l'argile crue, et ne sont pas plus *absorbans* : ils forment pourtant d'excellentes pouzzolanes.

On peut, je crois, tirer plusieurs conclusions importantes de ces faits; ils prouvent 1°. que les argiles diffèrent génériquement entre elles par l'état où se trouve la silice; 2°. que la présence de l'eau plus ou moins combinée avec les élémens de l'argile ne nuit pas aux propriétés pouzzolaniques, qui paraissent surtout résulter de l'état *d'isolement* où l'on a mis ces élémens. Je ne prétends pas, au reste, établir que la silice peut prendre un grand nombre d'états différens, mais bien qu'ils se réduisent à deux, savoir; celui où elle est combinée avec les autres oxides, et celui où elle a été primitivement libre et où ses molécules ont eu la faculté de céder à la cohésion et de s'agglomérer. Il suffit de supposer alors que dans les argiles de première classe, la silice se trouve très-principalement dans le premier état, qui est favorable à sa combinaison avec la chaux; que dans les argiles de la seconde classe, la partie de silice qui se trouve dans le premier état est moins considérable; qu'enfin dans les argiles de la der-

nière classe elle est nulle ou au moins très-inférieure à la partie qui s'y rencontre à l'état libre.

Je ferai remarquer que les argiles des deux premières classes étant fortement *hydratées*, on peut regarder à peu près comme certain, que la partie de la silice en combinaison avec l'alumine et l'oxide de fer dans les argiles, se trouve réunie à ces deux corps à l'*état d'hydrate*.

Maintenant j'ai prouvé plus haut que le seul effet d'une calcination légère sur les argiles hydratées, était la décomposition de l'hydrate ; et les faits que je viens d'exposer prouvent qu'il suffit que la silice et le composé d'alumine et d'oxide de fer cessent d'être en combinaison pour que le corps devienne une excellente pouzzolane. Je crois donc être bien fondé à expliquer le développement des propriétés pouzzolaniques dans les argiles par une légère calcination, par cette seule et simple hypothèse que l'*hydrate* se trouvant décomposé par la chaleur, *la silice se trouve par cela même séparée de la combinaison*, et que les choses se passent alors dans le mortier d'argile calcinée, comme dans celui où l'on a réuni tous les élémens de l'argile crue, après les avoir séparés par l'analyse chimique.

Un fait, pour moi très-inattendu, achèvera de justifier cette théorie, déjà très-suffisamment démontrée par ce qui précède. J'ai dit qu'une légère calcination ne suffisait pas pour porter les argiles de la troisième classe à l'état de pouzzolane, même médiocre, et j'avais pensé que par cela même l'effet de cette calcination était nul ou presque nul sur les élémens de ces argiles ; mais pour ne rien donner au hasard, j'analysai une de ces

argiles, combinée comme je l'ai expliqué plus haut, et je fus bien étonné en formant un mortier avec la silice que je me procurai par là, de voir qu'il avait fait corps plus vite et plus complètement après son immersion, que les mortiers obtenus avec la silice des argiles crues de la première classe. Il n'y a qu'un moyen d'expliquer ce fait chimique assez remarquable, c'est d'admettre qu'à l'aide de la chaleur l'oxide de fer est entré en combinaison avec la silice, et a opéré par là la division des particules agglomérées de ce dernier corps. Ce fait est, au reste, tout-à-fait l'analogue de celui observé sur la silice et sur la chaux, et signalé par Descotils. Mais ce qu'il importe de remarquer c'est que l'argile ainsi transformée et dans laquelle les élémens se trouvent combinés *par la voie sèche* et sont séparément propres à former d'excellentes pouzzolanes, n'est pourtant encore qu'une *pouzzolane nulle*. Ainsi il demeure démontré que la condition nécessaire à l'existence d'une bonne pouzzolane argileuse, est *que la silice s'y trouve isolée* des autres oxides, *et pourtant dans un état propre à former des combinaisons nouvelles*.

Il paraît par cela même bien évident que certaines argiles, *fortement hydratées*, ne sont de bonnes pouzzolanes à l'état naturel, que parce que les combinaisons des oxides à l'état d'hydrate, peuvent se dissoudre facilement pour donner lieu aux combinaisons nouvelles que la présence de l'hydrate de chaux détermine : il est alors probable que la silice se combine séparément avec une partie de la chaux, et que le reste s'unit à l'alumine et à l'oxide de fer. C'est d'ailleurs une opinion

généralement admise que quand plusieurs corps, tels que la silice, l'alumine, l'oxide de fer, la chaux et l'eau se trouvent en présence, ils ne se combinent pas tous ensemble, mais plutôt deux à deux, ou trois à trois. D'après cela, puisque la décomposition de l'hydrate naturel doit précéder la consolidation du mortier, il n'est pas étonnant que cette consolidation fasse des progrès moins rapides dans l'argile crue que dans l'argile calcinée où la décomposition de l'hydrate est toute faite.

On peut demander quel est le rôle de l'oxide de fer dans les pouzzolanes, et si sa présence est utile : je crois que la réponse à cette question se trouve dans le rapprochement des deux faits suivans. M. Vicat a observé que l'alumine pure calcinée ou non, n'était qu'une pouzzolane très-médiocre, et j'ai trouvé que le composé d'alumine et d'oxide de fer, qu'on sépare par l'analyse des diverses argiles, est au contraire une pouzzolane rapidement énergique, et, sous ce rapport très-précieuse, je suis porté à croire d'ailleurs que la présence de l'oxide de fer facilite la décomposition *des hydrates naturels*. C'est ce que des expériences comparatives entreprises à la fois sur des argiles blanches et sur des argiles colorées, auraient bientôt éclairci.

La science manque encore d'une bonne monographie des argiles, qui pourtant serait utile aux arts nombreux qui en font usage. Les composés terreux auxquels on donne ce nom paraissaient formés d'une manière très-variable. Le hasard m'a bien servi en m'offrant deux de leurs modifications les plus importantes dans les *argiles hydratées* et riches pourtant en silice, et

dans les argiles qui ne sont pas hydratées. Je n'ai trouvé ces dernières qu'en petit nombre, mais je puis indiquer leur gisement et en présenter les échantillons.

Les considérations qui précèdent me paraissent d'ailleurs contenir la *théorie rationnelle* des pouzzolanes argileuses, qu'on peut énoncer très-généralement comme il suit. *La consolidation des mortiers à pouzzolane immergée, tient à la combinaison qui a lieu entre la chaux et la silice, d'une part, et entre la chaux, l'alumine et l'oxide de fer, de l'autre. On sait d'ailleurs par l'expérience directe, que ces deux combinaisons jouissent très-rapidement de la faculté de dureté sous l'eau, ou, ce qui est la même chose, de former un hydrate solide en proportions déterminées.*

On peut faire, en grand, plus d'une application utile des expériences dont j'ai parlé plus haut. D'abord, puisqu'il suffit de 15 minutes d'une chaleur qui ne dépassait pas le rouge obscur, pour opérer la transformation *des argiles hydratées* en excellentes pouzzolanes, lorsque ces argiles sont à l'*état de poussière*, je crois qu'il y aurait généralement une économie énorme à préparer les pouzzolanes artificielles de cette manière et à *l'air libre*, comme l'a recommandé avec raison M. le général Treussart; par là on éviterait d'avoir à la pulvériser, et on abrégerait au moins des $\frac{9}{10}$ le temps et les frais de la calcination; en un mot, on calcinerait ainsi toutes les argiles aussi facilement qu'on calcine les arènes elles-mêmes (1). Ne pourrait-on pas

(1) J'ai exécuté en grand ces calcinations d'une manière aussi commode que rapide, dans de petits fourneaux por-

aussi utiliser comme pouzzolanes les résidus des manufactures d'alun, qui doivent être riches en excellente silice toute préparée, et dont le prix est à peu près nul? Je livre ces idées à ceux qui, comme moi, peuvent avoir plus d'une occasion d'en faire un utile usage.

Mucidan, le 5 mai 1827.

Sur l'*Action de l'Acide sulfurique sur l'alcool, et Remarques sur la composition et les propriétés des composés qui en resultent.*

Par Mr H. Hennell.

On a cru jusqu'à présent que l'huile douce du vin pouvait être considérée comme une altération de l'éther; mais mes expériences me conduisent à la regarder comme une combinaison d'acide sulfurique, d'hydrogène et de carbone, dans laquelle les deux derniers principes sont dans la même proportion que dans l'éther. J'ai aussi trouvé que l'hydrogène carboné donne avec l'acide sulfurique un composé particulier capable de saturer les bases et de former des sels.

---

tant une espèce de bassine évaporatoire dont le fond, qui était en forte tôle, était maintenu à une température voisine du rouge obscur, par la flamme renversée d'un foyer convenablement disposé. Je donnerai ailleurs la description détaillée de cet appareil.

De l'Huile du vin. 200 grains de cette huile purifiée avec le plus grand soin ont été mis avec une dissolution de potasse et évaporés à siccité, puis jusqu'au rouge. Le résidu, dissous dans l'eau et saturé avec de l'acide nitrique faible, a donné avec le chlorure de barium 218,3 grains de sulfate de baryte, représentant 74 gr. d'acide sulfurique ; ce qui fait 37 d'acide pour 100 d'huile.

2g,08 d'huile du vin desséchée avec la chaux vive ont été bien mêlés avec 200 grains d'oxide de cuivre et soumis à l'action de la chaleur. On a obtenu 8,8 pouces cubes de gaz carbonique et 1g,54 d'eau, représentant 1g,118 de carbone et 0g,171 d'eau. L'huile contient par conséquent sur 100 parties :

Carbone.....	53,70 ;
Hydrogène...	8,30.
	62,00.

Le restant 38 doit être attribué à l'acide sulfurique ; mais le résultat trouvé plus haut mérite plus de confiance. Il est à remarquer que l'huile du vin contient toujours une quantité variable de carbone hydrogéné qui se sépare en partie sous forme cristalline lorsqu'on l'expose au froid ou qu'on la garde long-temps ; et nous verrons que ce carbone hydrogéné est formé d'un atome de carbone et d'un atome d'hydrogène ; ce qui nous obligera de recourir à d'autres expériences pour déterminer le poids réel du carbone dans les composés neutres ou solides qu'il forme avec l'acide sulfurique.

200 grains d'huile du vin ont été mis avec 5 à 6 onces d'eau dans une bouteille, et chauffés à la température

de l'eau bouillante pendant une heure. Du carbonate de baryte ajouté ensuite au liquide s'est dissous avec une vive effervescence, et il en a fallu environ 90 grains pour saturer l'acide qui était libre. La liqueur filtrée, soumise à l'évaporation, est devenue promptement acide, et a laissé précipiter du sulfate de baryte. 200 gr. d'huile du vin ont été traités de nouveau de la même manière; mais, au lieu d'évaporer la dissolution barytique, on l'a précipitée par le carbonate de potasse. La liqueur, évaporée ensuite, est restée constamment neutre, et a donné un sel en lames minces comme le chlorate de potasse. Ce sel est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool; il brûle lorsqu'on le chauffe avec une flamme semblable à celle que donne l'éther, et laisse pour résidu du sulfate acide de potasse. Les cristaux, chauffés dans un tube de verre, se gonflent au moment où ils entrent en fusion, et donnent une vapeur épaisse, blanche, qui se condense en un liquide oléagineux sentant fortement l'acide sulfureux.

20 grains de ces cristaux, chauffés au rouge, ont laissé 10g,56 de sulfate de potasse, contenant 4g,8 d'acide sulfurique.

Un égal poids de cristaux a été dissous dans de la potasse, et la dissolution a été évaporée jusqu'à siccité. La masse saline restante, dissoute et neutralisée avec l'acide nitrique, puis précipitée par le chlorure de barium, a donné 28 gr. de sulfate de baryte, contenant à très-peu près 9g,6 d'acide sulfurique. Il résulte de là que, pour un atome de potasse, les cristaux en contiennent deux d'acide sulfurique.

Pour déterminer le rapport des autres élémens du sel,

on l'a décomposé par l'oxide de cuivre : 5 gr. ont produit 5^{g},5 pouces cubes de gaz carbonique, contenant 0^{g},699 de carbone et 1^{g},4 d'eau. Ainsi on a, pour la composition du sel :

Potasse...........	1^{g},44 ;
Acide sulfurique...	2 ,40 ;
Carbone..........	0 ,699 ;
Eau.............	1 ,40.
	5 ,939.

L'excès de poids 0^{g},939 doit provenir de l'oxigène employé à la formation d'eau, et représente 0^{g},1174 d'hydrogène, ou 1^{g},05 d'eau. Retranchant cette quantité d'eau de celle obtenue 1,40, il reste 0^{g},35 pour l'eau de cristallisation. 100 parties de sel sont par conséquent composées de la manière suivante :

Potasse...........	28,84 ;
Acide sulfurique...	48,84 ;
Carbone..........	13,98 ;
Hydrogène........	2,34 ;
Eau.............	7,00.

Ces nombres correspondent à-peu-près à un atome de potasse, deux d'acide sulfurique, quatre de carbone et quatre dhydrogène, et il paraît que, dans le sel, cette quantité de carbone et d'hydrogène est saturée par un atome d'acide sulfurique. Quant à la proportion d'eau, elle s'éloigne d'un atome, quoique les plus grands soins aient été apportés dans les expériences.

Le sel dont on vient de donner l'analyse est en tout

identique avec celui que forme l'acide sulfo-vinique avec la potasse.

Le seul mélange de l'alcool avec l'acide sulfurique détermine, en raison de la chaleur qui est produite, la formation d'une certaine quantité d'acide sulfo-vinique. En effet, 440 gr. d'acide sulfurique, qui produisaient avant leur mélange avec l'alcool 1313 gr. de sulfate de plomb en les précipitant avec l'acétate de plomb, n'en ont plus produit que 542 après leur mélange avec un égal poids d'alcool de 0,82 de densité et après leur refroidissement (1).

MM. Vogel et Gay-Lussac supposent que cette perte en capacité de saturation est due à la formation de l'acide hypo-sulfurique ; mais cette circonstance ne rend pas suffisamment raison des propriétés de l'huile du vin ; et il me paraît plus vraisemblable que l'on doit attribuer la diminution de capacité à l'hydrogène carboné, qui dans l'huile sature la moitié de l'acide.

Examinons maintenant la combinaison d'hydrogène et de carbone qui se sépare de l'huile du vin dans ses combinaisons.

Lorsqu'on chauffe l'huile du vin avec une dissolution de potasse, ou seulement avec l'eau, il s'en sépare une huile étrangère à celle qui entre dans la composition de l'acide formant le sel qui a été décrit ; elle devient peu fluide en se refroidissant, et cristallise dans des circonstances particulières. Elle s'évapore à une tem-

(1) Poggendorff remarque que déjà Beuther avait fait une observation semblable dans le *Buchner's repert.*, t. XIX, p. 203.

pérature un peu plus élevée que celle de l'eau bouillante, et brûle avec une flamme brillante qui dépose un peu de charbon. Sa densité est d'environ 0,9. Elle est insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'éther, un peu moins dans l'alcool. D'après l'analyse qui en a été faite avec l'oxide de cuivre, elle est composée sur 100 parties de

Carbone.....	85,61 ;
Hydrogène...	13,116.

La perte est remarquable. En supposant qu'elle soit due à l'hydrogène, la substance huileuse serait composée de la même manière que le gaz oléfiant.

Les cristaux qui se séparent de l'huile du vin ont une composition semblable, savoir, pour 1 grain, $0^g,82106$ de carbone et $0^g,13444$ d'hydrogène.

Ayant communiqué ces résultats à M. Faraday, il m'a remis une portion d'acide sulfurique qui avait absorbé environ 80 fois son volume de gaz oléfiant. Cet acide saturé avec le carbonate de potasse, et la dissolution évaporée doucement à siccité, puis traitée par l'alcool, j'ai obtenu un sel qui avait toutes les propriétés de celui que j'ai déjà examiné.

Il paraît résulter de là que l'hydrogène carboné, formé d'un atome de carbone et d'un atome d'hydrogène, a la propriété de se combiner avec l'acide sulfurique et de former l'acide sulfo-vinique, qu'il soit libre comme dans le gaz oléfiant, ou engagé comme dans l'alcool. Il est aussi évident que l'huile du vin est une combinaison parfaitement neutre d'acide sulfurique et d'hydrogène carboné, et que par différens procédés elle

peut se changer, en perdant de l'hydrogène carboné, en acide sulfo-vinique dont la capacité de saturation est la moitié de celle qu'aurait l'acide sulfurique qu'il renferme, s'il était libre. L'hydrogène carboné qui entre dans cet acide a donc, dans les sels formés par l'acide sulfo-vinique, une capacité de saturation égale à celle de la base.

(Extrait des *Annalen der Physik*. 1827.)

Extrait *d'une Lettre de M.* Auguste de La Rive *à M.* Arago *sur les propriétés du Brome.*

..... Je me suis occupé, cet hiver, de quelques expériences sur le *brome*, avec M. Dunant, zélé amateur des sciences, qui avait reçu de M. Balard un flacon de cette nouvelle substance. Je ne sache pas que depuis le beau Mémoire de ce chimiste, il y ait eu d'autres travaux sur ce sujet, si ce n'est une description de quelques nouveaux composés de brome par M. Sérullas et par M. Liebig, et la simple annonce faite par un chimiste de Paris, d'un composé de chlore et d'iode tout-à-fait analogue au brome. M. de Saussure avait lu, il est vrai, il y a six mois, une Note sur le même sujet à notre Société de Physique et d'Histoire naturelle; mais il ne l'a pas publiée, et c'est au mois de mars dernier, que j'ai communiqué à cette même Société les résultats que je transcris ici, et qui peuvent offrir quelqu'intérêt, surtout sous le rapport de l'action de l'électricité sur les liquides. Je ne sais si vous jugerez quils vaillent la peine d'être mentionnés dans les *Annales*.

M. Balard avait annoncé que le brome ne conduit pas l'électricité voltaïque, et qu'il ne paraît soumis à aucune influence de décomposition de la part de cet agent. J'ai vérifié l'exactitude de cette assertion avec une pile de 60 paires très-fortement chargée, et dans le circuit de laquelle se trouvait le fil d'un galvanomètre. Je me rappelai, à cette occasion, que pendant mon séjour à Londres, ayant fait quelques questions à M. Faraday au sujet des gaz rendus liquides par la compression, je lui avais demandé plus particulièrement s'il avait soumis le chlore liquéfié à l'action de la pile. Il répondit que quelques essais lui avaient prouvé que cette action était nulle, et je crois qu'il ajouta que le chlore ne semblait pas même conduire l'électricité; mais il n'avait pas pu s'en assurer par un moyen aussi sensible que l'emploi du galvanomètre. On sait, au contraire (et j'ai souvent eu l'occasion de m'en assurer), qu'une solution de chlore dans l'eau conduit très-bien l'électricité, c'est-à-dire, la conduit comme un acide étendu d'eau. L'analogie qui semble exister entre le chlore et le brome, m'a fait présumer qu'une solution de brome dans l'eau serait aussi un très-bon conducteur, et c'est ce que j'ai vérifié. Mais cette expérience m'a présenté, sous le rapport général de conductibilité électrique, un phénomène bizarre qui fait que je m'y arrêterai un instant pour le décrire en détail.

1°.) J'ai rempli une petite capsule de verre, de brome pur, dans lequel j'ai plongé les deux fils de platine de la pile très-rapprochés l'un de l'autre, sans obtenir la moindre déviation de l'aiguille du galvanomètre.

2°.) J'ai substitué à la capsule pleine de brome, une

capsule parfaitement semblable, remplie d'eau distillée; et dans les mêmes circonstances, j'ai obtenu une déviation à peine sensible. Quelques autres essais me font croire que l'eau parfaitement distillée, mise dans des vases faits d'une matière absolument inattaquable, ne conduirait point du tout l'électricité : plus l'eau est pure et moins la matière du vase est attaquable, plus est faible la conductibilite, tellement que la déviation finit par devenir insensible.

3°.) Dans la capsule qui contenait l'eau distillée, j'ai versé quelques gouttes de brome; une petite portion seulement s'est dissoute et a coloré l'eau en jaune; mise dans le circuit voltaïque, cette solution a produit une déviation de 70°, et un dégagement de gaz très-abondant s'est manifesté sur les deux fils de platine. Ces gaz, recueillis et examinés avec soin, ont été reconnus pour être de l'oxigène au pôle positif, et de l'hydrogène en quantité précisément double au pôle négatif, ce qui prouve que l'eau seule avait été décomposée.

Il résulte de là qu'un corps qui ne conduit point, ou du moins qui conduit très-mal l'électricité voltaïque, *l'eau pure*, peut être rendu très-bon conducteur, par son mélange avec quelques gouttes d'une substance qui elle-même n'est point conductrice, *le brome*. Comment expliquer ce singulier phénomène? Au reste, il est d'autres cas semblables à celui-là qui sembleraient prouver l'exactitude de ce fait général, savoir, qu'aucun corps métallique, le charbon excepté, ne peut conduire l'électricité voltaïque s'il ne contient pas un peu d'eau; tandis que l'eau elle-même ne peut être con-

ductrice qu'autant qu'elle contient quelque substance en solution. Ainsi j'ai trouvé que l'iode est dans le même cas que le chlore et le brome; pure, elle n'est pas conductrice; dissoute, elle conduit très-bien et donne lieu à la décomposition de l'eau. Mon père a reconnu, dans une suite d'expériences qu'il a faites il y a déjà long-temps sur la conductibilité des liquides, que l'acide sulfurique étendu d'eau est meilleur conducteur que l'acide sulfurique très-concentré. Si l'on pouvait obtenir cet acide parfaitement anhydre, est-on bien sûr qu'il conduirait l'électricité? Il serait intéressant que l'on fît quelques essais semblables sur d'autres substances liquides, soit parfaitement anhydres, soit mélangées avec de l'eau : les gaz liquéfiés rempliraient bien les conditions exigées pour ce genre d'expériences.

Je compte revenir sur ce sujet, et l'examiner sous le point de vue plus général du mode d'action de l'électricité sur les liquides, et chercher à étudier ce que c'est que la conductibilité dans les liquides, et si c'est réellement un phénomène analogue à la conductibilité dans les solides. Ne serait-il pas possible que dans les phénomènes dont je viens de parler, l'interposition de molécules hétérogènes entre les molécules d'eau, ne jouât un rôle qui resemblât de loin à l'effet que produisent sur le passage de l'électricité dans un liquide, des plaques interposées.

J'ajouterai, Monsieur, aux détails que je viens de vous transmettre, quelques expériences faites dans le but de rechercher si le brome renferme de l'iode comme on l'a supposé.

On sait que l'amidon est un excellent réactif de l'iode; j'ai reconnu que si cette dernière substance donne à une solntion d'amidon une couleur bleue, quelques gouttes de brome peuvent donner à une solution semblable une belle couleur orange. Cette couleur peut servir à accuser la présence du brome, comme la couleur bleue indique la présence de l'iode. Dans une solution d'amidon colorée en bleu par l'iode, j'ai versé quelques gouttes de brome, et j'ai obtenu un composé qui a donné à l'amidon deux couleurs distinctes, l'une brunâtre, l'autre jaunâtre; la différence de couleur paraît provenir de la proportion de brome et correspondre aux deux bromures d'iode dont parle M. Balard.

J'ai soumis à l'action de la pile ces composés d'iode et de brome dissous dans une solution d'amidon; aussitôt on a vu la solution jaunâtre prendre une belle couleur bleue au pôle négatif, indiquer ainsi la présence de l'iode et prendre une couleur orange au pôle positif où paraissait se porter le brome. Il résulte de là que la plus petite quantité d'iode ou de brome qui se trouve à l'état de combinaison dans la solution, est ainsi manifestée. Si donc le brome est une combinaison qui renferme de l'iode, en mettant une solutiou de brome et d'amidon dans le circuit voltaïque, on devrait voir l'iode, en s'accumulant autour de l'un des pôles, donner lieu à la couleur bleue. Néanmoins, quoique j'aie exposé pendant un temps fort long la solution à l'action de la pile, je n'ai aperçu aucun changement de couleur à l'un ou à l'autre pôle, de l'eau seule a été décomposée. Il me semble résulter de ce fait que le brome ne renferme pas d'iode, et tout me porte à croire

qu'il est un élément du même genre que le chlore et l'iode.

Je remarquerai que le brome combiné avec l'iode, va au pôle positif, et par conséquent est plus négatif : ce qui s'accorde avec les observations de M. Balard, qui a toujours trouvé que le brome avait plus d'affinité pour les bases que l'iode. D'un autre côté, lorsque l'on décompose l'eau qui tient en solution du brome, on obtient de l'hydrogène au pôle négatif, comme lorsqu'on décompose une solution d'iode; mais si c'est de l'eau imprégnée de chlore, on n'obtient aucun gaz à ce pôle, parce que le chlore ayant une plus grande affinité pour les bases que l'iode ou le brome, se combine immédiatement avec l'hydrogène, et forme de l'acide hydrochlorique qui reste dissout.

Ce petit nombre d'expériences me paraît tout-à-fait propre à confirmer l'opinion de M. Balard sur la nature du brome et sur la place qu'il doit occuper entre l'iode et le chlore.

Genève, le 4 juin 1827.

MÉMOIRE *pour faire suite à l'histoire de la Quinine, de la Cinchonine et de l'Acide quinique.*

Par MM. HENRY fils et PLISSON,
Pharmaciens à la Pharmacie centrale des Hôpitaux civils.

(Lu à l'Académie royale de Médecine (Section de Pharmacie), le 14 avril 1827.)

(Extrait.)

D'APRÈS leurs importantes recherches sur les quinquinas, MM. Pelletier et Caventou ont regardé les

alcaloïdes trouvés dans ces écorces comme à l'état de combinaison avec l'acide quinique et formant de véritables sels. Cette opinion, que l'expérience directe n'avait pas confirmée, ne fut point admise par tous les chimistes ; les uns pensèrent que la matière colorante devait avoir beaucoup de part aux combinaisons naturelles de ces bases organiques, les autres doutèrent de la préexistence de l'alcalinité de ces principes immédiats, et l'attribuèrent à la réaction des substances employées pour leur extraction.

Il restait donc encore quelque chose à faire pour résoudre ces différentes questions, et c'est dans cette vue que nous avons entrepris le travail que nous avons l'honneur de présenter ; heureux si nos faibles essais peuvent jeter quelque jour sur ce point de la chimie organique ! Persuadés toutefois qu'ils laisseront encore beaucoup à désirer.

Voulant étudier d'avance les combinaisons que l'acide quinique est susceptible de former avec plusieurs bases, et particulièrement avec la quinine et la cinchonine, nous avons cherché à obtenir cet acide dans la vue de l'unir directement à ces alcaloïdes. Le savant Mémoire de M. Vauquelin nous a surtout beaucoup guidés dans cette recherche ; cependant nous avons retiré l'acide en question par un procédé qui nous semble plus prompt et que voici :

Procédé pour obtenir à la fois très-promptement du sulfate de quinine sans alcool et de l'acide quinique.

On prend un kilogramme de quinquina jaune royal (on agit de même sur les écorces de quinquinas gris et

rouge); on le réduit en poudre grossière; on le fait bouillir avec l'eau acidulée par l'*acide sulfurique*, comme dans le procédé ordinaire; et quand les liqueurs sont passées et chaudes, on y ajoute une suffisante quantité d'hydrate de plomb récemment préparé et encore mou, jusqu'à ce qu'elles soient neutres et qu'elles aient pris une teinte faiblement jaunâtre; on dépasse à peine le point de saturation de l'acide pour arriver à ce but. (Nous ferons observer que la litharge en poudre très-fine ne nous a fourni que des résultats fort imparfaits.) La décoloration des décoctions étant nécessaire pour la réussite du procédé, il faut, si la liqueur se troublait un peu du jour au lendemain, y mettre quelques parcelles d'hydrate, et filtrer de nouveau. Au reste, comme on peut opérer le tout en quelques heures, cet inconvénient n'est point à craindre. Le liquide jaunâtre qui résulte de l'opération est formé à la fois d'un peu de quinate de plomb produit par la saturation de l'acide quinique dont une partie est libre dans les décoctions, de beaucoup de quinates de chaux et de quinine ou de cinchonine, plus d'une légère proportion de matière colorante jaune et de quelques autres principes à peine appréciables. Quant au dépôt lavé, il est composé de matières colorantes combinées à l'oxide de plomb, de sulfate de plomb et de quinine libre, que nous présumons, comme il sera dit plus loin, avoir été combinée primitivement à une des matières colorantes ou peut-être à toutes. On n'a pas trouvé de sous-quinate de plomb dans ce dépôt.

Dans la liqueur ci-dessus, on sépare le plomb au moyen de quelques gouttes d'acide sulfurique ou d'un

courant léger d'acide hydro-sulfurique pur. On filtre, et la quinine est précipitée au moyen d'un très-petit excès de chaux réduite en bouillie claire. Cette quinine est transformée en sulfate très-facilement, et donne de suite des cristaux très-blancs et très-soyeux. La liqueur qui provient de la décomposition par la chaux renferme le quinate de chaux presque pur. On la fait évaporer en sirop, et elle cristallise promptement en une masse qu'il est nécessaire de purifier par une nouvelle cristallisation. On peut, au moyen de l'alcool à 36°, précipiter ce quinate de chaux, et le faire ensuite cristalliser dans l'eau distillée ou dans l'alcool à 15 degrés : au moyen de l'acide oxalique versé goutte à goutte, comme l'a conseillé M. Vauquelin, on le transforme en acide quinique.

Observations.

Quand la décoloration n'a pas été bien faite, la quinine précipitée par le lait de chaux est rouge, et le sulfate qu'on en retire cristallise très-difficilement. Il est donc très-important que la liqueur ne soit pas rosée.

Si l'on ajoutait un très-grand excès d'hydrate de plomb, on obtiendrait une liqueur très-limpide, à la vérité; mais presque toute la quinine serait précipitée, et il se formerait un sous-quinate de plomb. Il arriverait ici ce qui se passe dans le procédé ordinaire où le grand excès de chaux produit la décomposition du quinate de quinine naturel; car il est probable qu'en ne mettant que des quantités convenables de chaux, pour ne saturer qu'à peine l'acide libre, on obtiendrait aussi du quinate de quinine, mêlé, il est vrai, de matière colo-

rante, et qu'il serait plus difficile d'obtenir isolé. Dans le procédé que nous venons d'indiquer, on retire environ les $\frac{2}{3}$ de la quinine presque de suite, et sans alcool ; le reste est mêlé au dépôt, et au moyen de l'esprit-de-vin il est facile de l'obtenir.

Ce mode nouveau, qui n'est pas applicable en grand, est seulement curieux par la promptitude de son exécution. Il peut servir à reconnaître promptement si un quinquina renferme ou non de la quinine ou de la cinchonine (1).

Nous n'avons jamais réussi qu'imparfaitement en remplaçant l'hydrate de plomb par les sels de cette base. Il nous a paru que leur acide dissolvait une portion de matière colorante qui se précipitait ensuite avec la quinine, lors de la décomposition par la chaux ou par l'ammoniaque.

Avant de passer maintenant à l'examen des différens produits que nous a fournis ce procédé, et sur lesquels nous voulons fixer l'attention de l'Académie, qu'il nous soit permis de dire en peu de mots ce que nous croyons arriver dans l'opération ci-dessus.

La liqueur acide provenant des décoctions de quinquina, n'étant presque qu'une dissolution dans l'acide sulfurique faible des matières colorantes combinées à

---

(1) Nous avons su depuis peu de temps et confidentiellement de M. Robiquet, que M. Tilloy, pharmacien très-distingué à Dijon, emploie, pour extraire la quinine, un mode assez analogue au nôtre : il est bien à désirer que cet habile praticien donne connaissance de son procédé et des applications qu'il a su en faire.

la quinine, du quinate de chaux, du quinate de quinine et de l'acide quinique, plus de quelques autres principes peu importans, l'oxide de plomb ajouté en quantité suffisante pour saturer les acides libres, décompose en même temps la combinaison de quinine et de matière colorante en formant, avec celle-ci, une laque rougeâtre insoluble, et n'altère pas sensiblement les quinates de quinine et de chaux, à moins qu'on n'en mette un trop grand excès. C'est par suite de cette décomposition que la liqueur filtrée et décolorée renferme les quinates de quinine et de chaux, plus un peu de quinate de plomb formé par la saturation de l'acide libre.

Le dépôt précipité contient du sulfate de plomb, point de sous-quinate de plomb, de la quinine, et une laque de matières colorantes avec de l'oxide employé.

Quand on agit sur une décoction de quinquina jaune dans l'eau distillée, et que l'on sature presqu'exactement l'acide quinique libre, au moyen du sous-carbonate de chaux ajouté par pincées après la réaction de l'hydrate de plomb sur cette liqueur à-peu-près neutre, on retire aussi du quinate de quinine. On peut donc être porté à penser que ce sel trouvé dans l'écorce n'a pas été le résultat de l'action de l'acide quinique libre sur la quinine isolée de sa combinaison avec la matière colorante, au moyen de l'hydrate métallique. Il ne pourrait s'en être produit qu'une petite quantité.

Les oxides hydratés de quelques autres métaux ont fourni une décoloration souvent assez complète, mais moins entière pourtant que celui de plomb.

De l'Acide quinique.

Cet acide, découvert par M. Vauquelin dans le sel de chaux, retiré du quinquina jaune il y a plusieurs années par M. Deschamps jeune, de Lyon, a été décrit par cet habile chimiste avec le soin qui lui est ordinaire; MM. Pelletier et Caventou l'ont aussi étudié dans leur intéressant Mémoire; nous ne nous permettrons donc que quelques annotations à ses propriétés.

Le procédé prompt et facile que nous avons mis en usage pour l'obtenir, et qui nous a très-bien réussi, a été décrit au commencement de ce Mémoire. Nous ne le rappellerons donc pas; cet acide, obtenu en solution très-limpide et incolore, s'est toujours foncé en jaune-brun par sa concentration, soit dans le vide, soit à l'air libre. Il a une odeur de caramel prononcée, est légèrement amer et très-acide. Chauffé, il forme, avant de se décomposer, un extrait transparent et rougeâtre. Il cristallise en mamelons qui n'ont souvent que très-peu de consistance, et qui donnent alors à la masse l'aspect gélatineux. Il a fourni par les réactifs les résultats connus.

Combiné avec la magnésie, la chaux, la soude, l'oxide de plomb, la quinine et la cinchonine, il a produit de véritables sels, tous plus ou moins difficiles à cristalliser, excepté celui de chaux. Plusieurs de ces quinates ont été à peine solubles dans l'alcool à 32°, et ceux de quinine et de cinchonine même se précipitent en partie lorsqu'on ajoute de l'alcool à 36° afin d'en séparer le quinate de chaux avec lequel ils sont mélangés dans la décoction de quinquina. Ils nous ont

présenté tous un caractère très-singulier et très-remarquable, celui de former, par leur évaporation au bain marie un extrait jaune ambré ayant l'apparence d'un vernis, et qui, humecté légèrement ensuite et exposé à l'air libre, se prenait peu à peu en une masse grenue, cristalline, très-facile à reconnaître.

Pour le quinate de chaux, nous ajouterons qu'il est soluble dans l'alcool à 20 et 22°, et que l'hydrate de plomb ne le décompose en partie que lorsqu'on met un très-grand excès de cet oxide.

Les quinates neutres de soude, de magnésie, de plomb ne nous ont fourni que des cristallisations confuses et mamelonées.

L'alumine en gelée nous a paru s'unir à peine avec l'acide quinique. C'est ce qui nous a permis d'en faire usage dans la décoloration de quelques produits.

Quant aux quinates de quinine et de cinchonine préparés de toutes pièces, voici les caractères qu'ils nous ont présentés.

Quinate de Quinine artificiel.

En combinant à l'aide d'une douce chaleur l'acide quinique avec la quinique récemment précipitée du sulfate, et lavée avec soin, nous avons obtenu une liqueur claire, à peine acide, très-amère, qui, évaporée au bain marie, a fourni un enduit ambré sur lequel nous avons ajouté quelques gouttes d'eau distillée. Au bout de quelques heures d'exposition à l'air libre, le liquide s'est pris en une masse mamelonée, offrant bientôt

l'apparence de petits cristaux brillans. Nous n'avons pu encore en déterminer la forme.

Quinate de Cinchonine artificiel.

La cinchonine pure hydratée s'est unie de même avec l'acide quinique très-pur, et a présenté après son évaporation les mêmes résultats que le sel précédent, et que tous les quinates dont nous avons parlé plus haut. La cristallisation formée après l'exposition à l'air libre, est plus visible encore que dans le quinate de quinine. Les cristaux sont très-solubles dans l'eau, peu dans l'alcool à 36°, ainsi que le précédent; ils sont très-amers. L'ammoniaque, l'eau de chaux, etc., séparent de l'un et l'autre la quinine et la cinchonine. Nous allons donc passer à l'examen de ceux-ci, et auparavant au moyen de les obtenir.

Extraction des Quinates naturels de quinine et de cinchonine.

On prend le produit de la décoction aqueuse (1) prolongée des quinquinas jaune et gris; on le fait rapprocher au bain-marie en consistace sirupeuse : alors, par l'addition de 3 fois environ son poids d'eau froide, on sépare un dépôt briqueté que nous examinerons dans la deuxième partie de ce Mémoire. La liqueur

---

(1) Ces sels naturels sont enlevés aussi par l'alcool dans les digestions; mais comme, par ce moyen, on dissout beaucoup de résine et de matière colorante rouge, nous ne lui donnons pas la préférence.

provenant de la filtration est acide, d'un rouge rosé, très-amère; on la concentre à la moitié de son volume, et l'on sature presqu'entièrement l'excès d'acide quinique à l'aide de quelques pincées de sous-carbonate de chaux; on ajoute alors une petite quantité d'hydrate de plomb, et quand le tout est devenu d'un jaune clair et neutre, on filtre. Ce nouveau liquide, privé de plomb par l'hydrogène sulfuré, est rapproché au bain-marie en consistance sirupeuse, traité par l'alcool à 36°, qui précipite le quinate de chaux et la gomme, plus une certaine proportion de quinate de quinine ou de cinchonine. Le produit alcoolique, évaporé, laisse un nouveau résidu qui, repris à plusieurs fois successivement par l'eau et par l'alcool, fournit les quinates à base organique en les laissant toutefois long-temps exposés à l'air comme pour les précédens. Ce produit, évaporé à feu nu, se réduit en un extrait visqueux, se fond avant de se décomposer au feu, et forme d'abord une masse transparente d'une odeur de caramel, puis se brûle sans laisser de résidu sensible, quand surtout on a aidé la combustion au moyen de l'acide nitrique pur. Il se dégage, pendant cette opération, une odeur aromatique de quinine ou de cinchonine très-facile à reconnaître pour ceux qui se sont occupés de ces alcaloïdes.

Les quinates de quinine et de cinchonine obtenus dans la liqueur ne cristallisent que très-difficilement à cause d'un peu de matière colorante jaune, et d'une substance poisseuse particulière dont nous ignorons la nature, et dont il nous a été jusqu'ici presque impossible de débarasser tout-à-fait ces quinates. Ce n'est

que par des solutions répétées que nous sommes parvenus à les avoir cristallisés. L'évaporation dans le vide n'a pas donné de meilleurs résultats. Nous avons aussi séparé une portion de la matière jaune colorante au moyen d'une petite quantité d'alumine pure.

Ces quinates, isolés d'une manière qui laisse peut-être beaucoup à désirer, pourront, nous en avons l'espoir, être par la suite obtenus en cristaux plus purs et plus blancs ; nous pensons cependant que, dans l'état où nous les présentons, ils offrent encore de l'intérêt, et c'est ce qui nous a engagés à les exposer sous les yeux de l'Académie.

Quinate de quinine naturel.

Ce composé, dont la coloration des cristaux nous a empêchés d'en déterminer la forme, est très-soluble dans l'eau, très-amer, peu soluble dans l'alcool à 36°. Il est décomposable au feu sans laisser de résidu sensible. Évaporé, il se réduit en un enduit visqueux qui, humecté et exposé à l'air, fournit des grains cristallins.

L'ammoniaque, la potasse, l'eau de chaux le décomposent en donnant lieu à de la quinine et à des quinates de potasse, de chaux, etc.

Quinate de Cinchonine naturel.

Ce sel se comporte comme le précédent. L'ammoniaque y donne un précipité moins floconneux, et qui, dissous dans l'alcool, est susceptible de cristalliser.

Nota. L'échantillon que nous avons présenté était mêlé de la matière poisseuse particulière qui envelop-

pait ses cristaux, que l'on apercevait cependant très-bien.

Nous avons vu que ces composés donnaient avec la chaux en bouillie une décomposition d'où résultait de la quinine, de la cinchonine et du quinate de chaux très-aisé à isoler ensuite. C'était donc sans aucun doute de véritables quinates. Voulant toutefois en obtenir de nouvelles preuves, nous les avons décomposés par deux autres moyens.

1°. En formant avec la base un sel soluble.

2°. En produisant un sel à peine soluble.

1°. Ayant fait dissoudre dans l'alcool le sel à base organique, on y a ajouté par gouttes de l'acétate ou du muriate de chaux dissous dans l'alcool. Il s'est formé un abondant précipité de quinate de chaux qui fut purifié. La liqueur alcoolique évaporée, contenant beaucoup d'acétate ou de muriate de quinine, refusa néanmoins de cristalliser à cause de la substance poisseuse qu'elle renfermait également. Nous avons donc pris un mode inverse.

2°. A cet effet, nous avons dissous le quinate de quinine dans l'eau pure, et nous y avons ajouté avec précaution de l'oxalate neutre de potasse en léger excès. Après l'action d'une légère chaleur, le tout fournit des cristaux grenus, blancs, qui, lavés à l'eau, puis redissous dans l'alcool à 32°, donnèrent de l'oxalate de quinine en belles aiguilles soyeuses nacrées, et dont les réactifs ont très-bien démontré la nature.

Le quinate de potasse transformé en sel de chaux au moyen de l'acétate de cette base et le nouveau sel cal-

caire isolé par l'alcool à 36°, nous a fourni une assez grande quantité de quinate de chaux cristallisé.

De la Préexistence de l'alcalinité organique.

Passons maintenant à quelques essais qui nous ont fait reconnaître l'alcalinité des bases organiques.

L'emploi des acides et des oxides métalliques dans l'extraction des alcaloïdes avait fait penser à plusieurs habiles chimistes que l'alcalinité de ces nouveaux principes immédiats provenait peut-être d'une réaction opérée par les agens mis en usage. Déjà, pour répondre à cette objection, M. Robinet, dans un travail sur l'emploi des sels neutres dans l'analyse végétale, avait donné des preuves assez plausibles de cette préexistence alcaline, en formant des sels à base organique par double décomposition. Ce Mémoire ayant été l'objet de plusieurs contestations, nous avons cru devoir agir sur les quinquinas d'une manière assez analogue à celle mise en pratique par notre confrère M. Robinet, mais en isolant autant que possible d'avance la matière colorante. Ayant donc fait bouillir le quinquina jaune dans l'eau distillée, et rapproché en sirop le produit, on y a versé, comme il a été dit déjà, de l'eau froide, puis le dépôt séparé par le filtre, la liqueur fut mise en ébullition avec de la colle animale; on fit évaporer au bain-marie, en extrait mou, et on sépara à l'aide de l'alcool à 35°, le quinate de quinine présumé et un peu de matière colorante jaune. Ce produit, évaporé, était légèrement acide. Nous l'avons saturé avec soin par quelques parcelles de carbonate de chaux, puis rapproché et repris successivement par l'alcool et par l'eau (il ne

contenait point sensiblement de sel calcaire) ; on a versé alors dans la liqueur claire une solution d'oxalate neutre de potasse. Il en est résulté à la fois de l'oxalate de quinine qui a été purifié et du quinate de potasse. L'oxalate étant mêlé d'une matière colorante rosée et jaune, on eut d'abord assez de difficulté à le faire bien cristalliser ; cependant on y parvint. Il n'y eut donc plus de doute sur la préexistence de l'alcalinité de la quinine, puisque par double décomposition on parvint à obtenir un nouveau sel de quinine dans une décoction simple de quinquina qui n'avait été traitée primitivement ni par les acides ni par les oxides métalliques ; et que, d'ailleurs, nous avions isolé les combinaisons naturelles de quinine et d'acide quinique, en employant, à la vérité, l'oxide de plomb, qui n'a pu influer en rien, comme l'expérience précédente le prouve.

Nota. Nous avons commencé sur l'opium et la noix vomique des essais tendant au même but.

Nous croyons que si, dans les essais tentés avant nous, on n'a pas réussi, c'est parce qu'on a cherché à former avec la quinine un sel soluble dans l'eau (le sulfate, le muriate, etc.), qui sont restés mêlés à la matière colorante, et qui ont toujours refusé de cristalliser. Cet essai sur la préexistence de l'alcalinité nous faisant envisager l'action des oxides et des acides comme nulle dans ce cas, nous croyons devoir conseiller l'emploi de l'acide sulfurique affaibli pour la décoction de quinquina dans l'extraction du quinate naturel ; l'opération n'en est que plus facile, et la solubilité de ce quinate plus entière.

Nous avons annoncé plus haut que nous présumions dans les quinquinas l'existence d'une autre combinaison de quinine ou de cinchonine que celle formée avec l'acide quinique.

Cette combinaison résulte de l'union de ces bases organiques avec la matière colorante. On sait quelle influence cette matière exerce dans la décoction des quinquinas, puisque sa présence même en très-petite proportion dans les liqueurs contenant le sulfate de quinine suffit pour empêcher ou pour gêner la cristallisation de ce sel. On sait de plus, par le travail intéressant de M. Henry père sur l'action réciproque du sulfate de quinine ou de cinchonine et de certains vins, que plusieurs de ces liquides sont décolorés en partie, et qu'il se précipite une certaine quantité de quinine en combinaison très-intime avec la matière colorante; combinaison que les acides ne peuvent détruire complètement. D'autres essais, qui nous sont propres, et que nous allons avoir l'honneur d'exposer, nous fortifient encore plus dans notre opinion sur le rôle que joue dans les quinquinas la matière colorante, soit soluble, soit insoluble. Avant de parler de ces combinaisons particulières, donnons en peu de mots quelques essais capables de trouver plus loin leur application.

Ayant fait dissoudre dans l'alcool bouillant, légèrement acidulé, une certaine quantité de rouge cinchonique, nous l'avons précipité par une grande proportion d'eau distillée, puis lavé jusqu'à ce que le liquide en sortît pur; dans cet état, la matière colorante ne contenait ni quinine ni cinchonine. On la traita de nouveau par l'alcool, et la liqueur rouge fut filtrée,

Nous avons alors ajouté du sulfate de quinine nullement acide, et après avoir chauffé pour opérer la dissolution entière, nous avons évaporé le tout à une douce chaleur jusqu'à siccité. La matière sèche, pulvérisée avec beaucoup de soin et traitée par une très-grande masse d'eau pure, fournit, par l'évaporation lente de ce liquide, du sulfate acide de quinine ; tandis que la poudre, lavée jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'acide sulfurique, contenait de la quinine. En effet, l'ayant encore une fois redissoute dans l'alcool, on ajouta dans la colature un excès de chaux ou de magnésie caustique, et l'alcool surnageant, filtré et évaporé, donna des quantités très-appréciables de quinine, qui fut ensuite transformée en sulfate.

Nous avons remplacé le sulfate neutre de quinine par du sulfate très-acide, dissous dans l'alcool, et un effet semblable à celui obtenu précédemment s'est produit de nouveau, moins abondamment cependant.

La matière colorante avait donc pu enlever au sulfate de quinine une certaine quantité de sa base, pour donner naissance à la fois à un sel acide et à une combinaison particulière sur laquelle l'acide était sans action. C'est la même chose qui arrive avec certaines matières colorantes des vins. Ainsi il y avait dans le liquide, en même temps, et un sel acide de quinine et une combinaison de quinine avec la matière colorante en excès.

Le même phénomène a lieu pour la décoction aqueuse des quinquinas, où nous avons annoncé la présence simultanée du quinate acide de quinine et des matières colorantes, en partie combinées avec l'alcali organique. Passons à l'examen de ces combinaisons.

De la Matière colorante jaune.

Cette substance enlevée à l'aide de l'éther sulfurique, qui fut distillé ensuite, a été obtenue du résidu de cette distillation traité par l'eau froide. On sépara en même temps une petite quantité de matière rosée qui se déposa au fond du vase : quant à la substance jaune, elle était plutôt astringente qu'amère ; combinée avec un excès d'alumine pure en gelée et mise dans l'alcool bouillant, ce véhicule ne lui enleva point de quinine. Nous pensons donc qu'il ne paraît pas exister de combinaison entre l'alcaloïde et la matière colorante jaune.

De la Matière colorante rouge soluble (1).
(*Sa combinaison avec de la quinine.*)

Cette combinaison existe dans la partie de liqueur qui provient de la décoction aqueuse de quinquina, rapprochée en sirop épais et traitée par l'eau froide, puis filtrée ; elle est mêlée principalement aux quinates acides de chaux et de quinine et à la matière jaune. On se rappelle que c'est de cette liqueur que nous avons isolé le quinate de quinine naturel. Pour constater l'existence de la combinaison désignée ci-dessus, nous avons suivi deux modes :

1°. Après avoir saturé presqu'entièrement l'acide quinique libre à l'aide du carbonate de chaux ajouté par

---

(1) Différens essais tentés sur l'écorce de quinquina gris nous font croire qu'il en est de même pour les combinaisons de la matière colorante soluble ou insoluble avec la cinchonine.

pincées, nous avons fait chauffer la liqueur avec de la colle animale ; puis, ayant rapproché au bain-marie en consistance d'extrait, nous avons versé sur le résidu une certaine quantité d'alcool à 30 ou 32 degrés, puis filtré et évaporé le liquide. Le produit de cette évaporation, traité par l'eau froide, fournit du quinate de quinine, et la quinine resta indissoute.

Nota. Il fallut plusieurs solutions répétées pour obtenir le sel de quinine, car il était mêlé d'une substance poisseuse, d'odeur de colle, qui gêna beaucoup son extraction.

2°. La liqueur claire de quinquina naturellement acide fut mise à une douce chaleur avec l'hydrate de plomb, jusqu'à décoloration complète et neutralisation de la liqueur. Celle-ci, filtrée et privée de plomb, contenait les quinates acides de chaux et de quinine, et le dépôt traité par l'alcool fournit à ce menstrue une certaine quantité de quinine ; il ne renfermait pas d'ailleurs de proportions notables de sous-quinate de plomb, mais il contenait la matière colorante combinée avec l'oxide de ce métal.

Nous sommes donc portés à croire qu'une partie de la matière colorante rouge soluble est unie avec une petite proportion de quinine. Ce composé est rougeâtre orangé, se fonce et se trouble en refroidissant ; il laisse alors précipiter une poudre rouge ; il est de plus soluble dans l'eau, dans l'alcool, et dans les acides, qui la décolorent très-visiblement.

De la Matière colorante rouge insoluble (rouge-cinchonique). Combinaison de la quinine avec cette substance.

Cette combinaison, mieux caractérisée que la précédente, est assez abondante dans la décoction de quinquina; elle est à peine soluble dans l'eau, beaucoup dans l'alcool; dissoute à chaud par les acides affaiblis, elle se précipite en grande partie par le refroidissement; elle constitue presqu'entièrement le dépôt briqueté que forme l'eau froide dans la décoction aqueuse de quinquina rapprochée en extrait, et dont il a été question dans la première partie de ce Mémoire. Séchée et réduite en poudre, elle est d'un rouge sale; son amertume ne se développe que lentement dans la bouche. Les acides ne paraissent pas la décomposer sensiblement; les alcalis seuls en isolent la base en formant avec la partie colorante de nouveaux composés. Il est très-facile par ce moyen d'en séparer l'alcaloïde; il suffit de faire dissoudre la combinaison dans l'alcool bouillant, d'y ajouter un excès de magnésie pure ou de chaux éteinte: l'alcool, filtré et évaporé, donne une quantité très-sensible de quinine que nous avons sulfatée facilement.

Lorsque la combinaison de rouge cinchonique et de quinine a été bien exactement lavée à l'eau pure, le dépôt calcaire ou magnésien traité par l'eau froide ne fournit pas de quinates de ces deux bases; la quinine était donc bien unie à la matière colorante.

Ce composé particulier, étant soluble à chaud dans les acides faibles, n'est enlevé qu'en partie dans la décoction aqueuse de quinquina, dont l'excès d'acide qui-

nique est peu énergique ; il se dépose par le refroidissement. Les acides sulfurique et hydro-chlorique étendus peuvent le dissoudre tout entier, comme cela arrive dans la préparation du sulfate de quinine ; mais les liqueurs, en se refroidissant, se troublent, deviennent d'un rouge jaunâtre et laissent précipiter cette combinaison. On peut la recueillir, la laver exactement, et s'assurer ensuite, par le moyen proposé ci-dessus, qu'elle renferme de la quinine. Quand, au lieu d'ajouter un excès d'alcali dans la décoction acide de quinquina, on n'en met qu'une très-petite quantité, on voit un dépôt rougeâtre se former ; ce dépôt, séparé, lavé et analysé, se trouve composé de quinine et de rouge cinchonique ; les acides ne sont donc pas propres à le décomposer, et l'action des alcalis et des oxides métalliques, tels que l'hydrate de plomb, est seule capable de le faire. Aussi est-il bien nécessaire, dans la préparation du sulfate de quinine, de mettre un excès de chaux ou de magnésie dans les décoctions de quinquina à l'aide des acides sulfurique ou hydro-chlorique, sinon la combinaison de quinine et de rouge cinchonique, précipitée avec la quinine et la laque calcaire ou magnésienne, serait dissoute par l'alcool en même temps que l'alcaloïde, et donnerait une teinture alcoolique rouge qui, distillée ensuite, laisserait pour résidu avec la quinine la combinaison ci-dessus sous forme de poudre rougeâtre.

Suppositions. La décoction simple de quinquina peut donc être assimilée à une sorte de dissolution où une base salifiable se trouverait en présence de plusieurs acides, tous capables d'entrer avec elle en combinaison,

et de former alors deux ou trois composés salins, plus des acides libres; car on sait que, pour éliminer entièrement un acide d'une de ces combinaisons, il faut ajouter beaucoup plus d'un autre acide que la base n'en exigerait pour sa saturation. Sans doute cette manière d'envisager les faits est peut-être problématique; on ne peut toutefois nier, dans la décoction de quinquina, l'existence simultanée des combinaisons de la quinine avec la matière colorante et avec l'acide quinique, tous deux en excès. En était-il ainsi primitivement dans ce végétal? C'est ce qu'on ne pourait décider; il faudrait suivre, ce qui est difficile, les progrès de la végétation pour en découvrir quelque chose. Il est certain cependant que puisque les acides n'attaquent qu'à peine la combinaison de matière colorante rouge insoluble et de quinine, l'acide quinique n'a pas dû avoir d'action sensible sur ce composé. Quant à cette combinaison insoluble, dira-t-on qu'elle est le résultat de l'action du rouge cinchonique sur le quinate de quinine? C'est ce qu'il n'est pas facile de décider; cependant nous voyons que si cela se passe ainsi, ce doit être seulement, nous le répétons, dans l'acte de la végétation. Car, lorsqu'on met infuser à plusieurs reprises dans l'eau chaude l'écorce de quinquina réduite en poudre fine, on n'enlève que les quinates de chaux et de quinine, etc., la combinaison de matière rouge soluble et de quinine, plus un peu de la combinaison insoluble dont l'excès d'acide quinique a favorisé la solubilité; et l'écorce, épuisée ainsi, retient une assez grande quantité de cette dernière combinaison; ce qui semblerait faire penser qu'elle préexiste réellement; car l'action de l'eau bouil-

lante doit en déterminer la réaction pour donner naissance à ce nouveau produit. Citons deux nouvelles expériences qui peuvent donner quelque préalabilité à la préexistence de la combinaison du rouge cinchonique avec la quinine.

1°. Nous avons pris une certaine quantité de ce rouge bien pur, et, après l'avoir dissous dans l'alcool, on y a mêlé du sulfate de quinine également dissous dans les mêmes menstrues et auquel on avait ajouté quelques gouttes d'acide; le tout étant filtré avec soin, nous y avons mis dix ou douze fois le même poids d'eau distillée. (La solution alcoolique du sulfate de quinine, traitée à part par la même proportion d'au, ne fournit aucun précipité.) Aussitôt le mélange se troubla et laissa précipiter une poudre floconneuse rouge qui fut lavée avec le plus grand soin. Cette poudre recueillie, dissoute de nouveau dans l'alcool et traitée alors par un excès de magnésie caustique, donna un dépôt insoluble où la matière colorante était fixée; l'alcool surnageant avait peu d'amertume; on l'évapora au bain-marie, et le produit fut une substance verdâtre, poisseuse, à peine soluble dans l'acide sulfurique très-faible qu'elle ne saturait pas; étendue d'eau alors, on n'obtint dans la colature que quelques traces de quinine : on peut donc regarder que dans cette précipitation le rouge cinchonique n'avait pas agi sensiblement sur le sel de quinine, tandis que, dans l'expérience où le tout fut évaporé à siccité, il en avait enlevé une partie.

2°. Une teinture de quinquina jaune très-chargée fût mise, comme ci-dessus, avec dix ou douze fois son poids d'eau pure. Le dépôt, bien lavé et traité de la

même manière que le précédent, fournit une proportion très-notable de quinine.

Il est donc probable qu'ici l'eau n'a pas décomposé la combinaison naturelle existant entre l'alcaloïde et le rouge cinchonique, et qu'elle n'a pu non plus déterminer sa formation en faisant agir cette matière colorante sur le quinate acide de quinine, puisque l'expérience précédente paraît prouver le contraire.

Aussi tout nous porte à croire à la préexistence simultanée des combinaisons de quinine avec le rouge cinchonique et avec l'acide quinique.

Conclusions.

De ces expériences il semble résulter principalement :

1°. Que l'alcalinité préexiste dans les substances alcalines, nommées *alcaloïdes*;

2°. Que dans les écorces de quinquina les bases végétales paraissent unies à la fois à l'acide quinique en excès et à la matière colorante rouge, soluble et insoluble;

3°. Enfin, que les quinates de quinine et de cinchonine naturels peuvent être isolés, et que l'on parvient, quoique difficilement, à les avoir cristallisés.

Sur *l'Existence d'une Limite passé laquelle les corps n'éprouvent plus aucune évaporation.*

Par M. Faraday.

Personne n'ignore que la tension des vapeurs qui s'élèvent de tous les corps connus, augmente avec la température. En exposant certains de ces corps à des froids très-intenses, on peut tellement atténuer la vapeur qu'ils fournissent, qu'elle échappe à nos réactifs les plus délicats. Les physiciens admettent, toutefois, qu'alors même, mathématiquement parlant, la vapeur n'a pas cessé d'exister; telle est l'opinion que M. Faraday s'est proposé de combattre dans l'écrit dont on va lire l'extrait.

Les argumens de l'auteur sont de deux espèces : les uns reposent sur des considérations théoriques ; les autres s'appuient sur des expériences ; nous commencerons par ces derniers.

M. Faraday avait anciennement attaché une feuille d'or, sous le bouchon d'une bouteille renfermant quelques gouttes de mercure. Après plusieurs mois, il trouva la feuille blanchie : il s'était donc formé de la vapeur du mercure et l'or l'avait absorbée. La température, dans l'intervalle, avait varié entre + 15°,5 centig. et + 26°,7.

L'expérience fut répétée *dans l'hiver* de 1824 à 1825; alors la feuille resta intacte, quelque peu éloignée qu'elle se trouvât de la surface du mercure. M. Faraday conclut de là qu'à la température de l'hiver, le mercure n'éprouve absolument *aucune* évaporation.

La vapeur de l'acide sulfurique concentré, a une force élastique de $0^m,760$, à la température d'environ 300° centigrades ; mais cette force diminue très-rapidement, avec les degrés du thermomètre. Aux températures qu'acquiert naturellement l'atmosphère à Milan, il n'y a déjà plus sur l'acide aucune trace quelconque de vapeur. M. Bellani, en effet, ayant suspendu une feuille de zinc dans une bouteille fermée au fond de laquelle il avait placé une couche d'acide sulfurique concentré, trouva, au bout de deux ans, que le zinc s'était conservé parfaitement intact, qu'il n'avait rien perdu de son éclat.

Dans le Mémoire de sir H. Davy sur les phénomènes électriques qui se manifestent au milieu des gaz très-raréfiés (*voyez* ces *Annales*, tom. xx, page 168 et suiv.), on trouve des expériences destinées à montrer jusqu'à quel point un abaissement dans la température du vide de Toricelli, diminue, soit la faculté dont ce vide jouit de devenir lumineux par l'électricité, soit celle de donner passage à un courant électrique. Or, aussitôt que la température eut atteint le 20me degré Fahr. ($-7°,3$), toute diminution cessa, et à $-20°$ Fahr. ($-28°,9$ cent.), les phénomènes étaient exactement les mêmes et semblables à ceux qu'offrait le vide formé au-dessus de l'étain. M. Faraday voit encore ici un nouvel argument en faveur de son hypothèse ; à $-7°,3$ cent., suivant lui, toute la vapeur du mercure s'était précipitée : en l'admettant, il n'y aurait en effet aucune raison pour que les phénomènes changeassent de caractère à la suite d'un plus grand abaissement du thermomètre.

M. Faraday cite tous les métaux connus, les terres, le charbon, beaucoup d'oxides métalliques, et le plus grand nombre de leurs composés, comme des corps qui, dans son opinion, n'émettent pas de vapeurs aux températures ordinaires. Il ne pense pas que l'odeur dont quelques métaux sont doués, puisse être considérée comme une objection sérieuse, à cause qu'il n'y a vraiment d'odeur qu'après un frottement préalable.

Voici maintenant un aperçu des considérations théoriques sur lesquelles s'appuie aussi l'ingénieux professeur de l'Institution royale.

Les molécules élémentaires des fluides aériformes sont soumises à des forces répulsives qui tendent à les séparer : c'est là, pour le dire en passant, l'origine de la pression qu'exercent ces fluides sur toutes les parois des récipiens où ils se trouvent renfermés. La force répulsive diminue rapidement avec la densité du gaz; or, comme toutes les molécules sont soumises aussi dans un lieu donné à l'action constante de la gravité, si, par une cause quelconque, le gaz se dilate, il arrivera un moment où les forces contraires qui les sollicitent se contre-balanceront mathématiquement. A cet instant, le gaz pourra remplir entièrement un vase sans néanmoins exercer aucune pression quelconque sur la paroi supérieure.

Les choses étant dans cet état, supposons avec M. Faraday, qu'à l'aide d'une pompe pneumatique, on enlève la moitié du gaz renfermé dans le vase; la moitié restante n'en remplira plus désormais la capacité; elle se réunira dans la moitié inférieure de l'appareil en une couche d'une densité précisément égale à celle

qu'elle avait avant l'action de la pompe : c'est alors seulement, en effet, que les forces élastique et de gravité se contre-balanceront mutuellement.

Une seconde force, d'après notre auteur, intervient dans ces phénomènes : c'est l'action que la matière solide ou liquide exerce sur les molécules qui s'en détachent. Suivant lui, cette force peut amener la condensation de toute vapeur douée d'une faible tension; voici l'expérience dont il appuie cette opinion.

On introduit quelques petits fragmens de camphre dans un tube de verre bien propre, d'environ un demi pouce de diamètre; on scelle ensuite ce tube à la lampe, après l'avoir entièrement purgé d'air, et l'on réunit tout le camphre à l'une de ses extrémités. Supposons qu'on enveloppe alors l'extrémité opposée avec du papier brouillard et qu'on l'entretienne humide à l'aide d'une mèche de coton plongeant dans un vase rempli d'eau; sa température, par suite de l'évaporation, sera toujours de quelques degrés plus froide que celle de l'extrémité où toutes les parcelles de camphre se trouvent ramassées, et après un petit nombre de jours, on remarquera que plusieurs cristaux de cette substance s'y sont déposés.

Le nombre de ces cristaux est toujours très-petit; on en découvre rarement plus de trois ou quatre; ils augmentent progressivement de dimensions tant que l'appareil reste dans le même état, mais jamais il ne s'en forme de nouveaux à moins que la différence de température des deux extrémités du tube ne soit considérable.

Il suffit d'un peu de réflexion, dit M. Faraday, pour

voir qu'après leur première formation dans l'extrémité froide du tube, les cristaux ont la faculté de diminuer la tension de la vapeur de camphre dont ils sont entourés; cette tension, en effet, se conserverait invariablement la même tant que le verre du tube resterait à une température constante, si les cristaux ne condensaient pas perpétuellement la vapeur. L'expérience réussit également bien avec l'iode et plusieurs autres substances. Il n'y a donc aucune difficulté à concevoir qu'à la suite d'une très-forte diminution de température, la tension de la vapeur dont un corps solide ou fluide est entouré, soit tellement affaiblie, que ce corps, par son attraction d'aggrégation, attire à lui *toute* la vapeur et occasione sa condensation complète.

Après avoir essayé de reproduire dans cet extrait la substance du Mémoire de M. Faraday, nous ne devons pas négliger de dire, en terminant, que cet habile observateur a lui-même signalé toute l'analogie qui existe entre les argumens sur lesquels il appuie son opinion et ceux que M. Wollaston avait déjà développés en 1822, pour établir que l'atmosphère terrestre ne s'étend pas à l'infini. (*Voyez* ces *Annales*, tome xx, page 199.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 21 *mai* 1827.

Mgr le Garde des Sceaux adresse un échantillon d'une encre indélébile de M. Delattre : M. Mangin en-

voie un Mémoire intitulé : *Moyen unique d'obtenir de grands avantages de l'emploi des paratonnerres*; M. Mérieu demande qu'on fasse des expériences comparatives sur l'efficacité de tous les instrumens lithontriteurs proposés jusqu'ici; M. Tabareau envoie un troisième Mémoire sur la rupture des chaudières à vapeur.

M. Arago donne l'analyse détaillée d'un Mémoire que M. Kupffer lui a adressé de Kasan, sur les variations diurnes de direction et d'intensité qu'éprouve le magnétisme terrestre. (Nous imprimerons prochainement l'intéressant Mémoire de M. Kupffer.)

M. Girard, au nom d'une Commission, rend un compte favorable du modèle de train à quatre roues que M. Van-Hoorick a présenté.

La Commission, nommée au scrutin, qui examinera, cette année, les pièces susceptibles d'obtenir la médaille fondée par Lalande, se composera de MM. Arago, Bouvard, Mathieu, Damoiseau et Le Gendre.

M. Arago présente, de la part de l'auteur, M. Léopold Nobili de Reggio, un Mémoire intitulé : *Projet d'un instrument comparable propre à mesurer les courans électriques*. Nous rendrons compte de ce Mémoire lorsque les commissaires nommés par l'Académie auront fait leur rapport.

M. Faure lit un Mémoire sur l'iris et sur les pupilles artificielles.

M. Giroux de Buzareingues communique des observations et des expériences qu'il a faites sur la reproduction des animaux domestiques.

M. Benjamin Delessert lit pour M. Delille, pro-

fesseur à Montpellier, la Description d'un nouveau genre de la famille des cucurbitacées.

ANNONCE *des Prix décernés par l'Académie royale des Sciences pour l'année* 1827, *dans sa séance publique du* 11 *juin* 1827.

1°. GRAND PRIX DE SCIENCES NATURELLES.

L'Académie avait demandé, en 1825, comme sujet du prix qu'elle devait décerner cette année,

De présenter l'histoire générale et comparée de la circulation du sang dans les quatre classes d'animaux vertébrés, avant et après la naissance, et à différens âges.

Elle n'a reçu qu'un seul Mémoire avec cette épigraphe : *Natura non facit saltus.*

L'Académie a vu avec regret que ce travail très-étendu, et composé de 316 pages in-folio, soit entièrement physiologique, et non pas historique et anatomique, comme la question l'indiquait par les termes mêmes dans lesquels elle était rédigée : en conséquence elle se voit obligée de remettre ce sujet au concours pour l'année 1829. Le prix sera une médaille d'or de la valeur de 3,000 francs.

2°. GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1822 *pour* 1824, *remis au concours pour l'année* 1826, *et remis de nouveau au concours pour l'année* 1827.

L'Académie avait proposé la question suivante pour sujet du prix de mathématiques qu'elle devait décerner dans la séance de juin 1827 :

1°. *Déterminer par des expériences multipliées la densité qu'acquièrent les liquides, et spécialement le mercure, l'eau, l'alcool et l'éther sulfurique, par des compressions équivalentes au poids de plusieurs atmosphères;*

2°. *Mesurer les effets de la chaleur produite par ces compressions.*

L'Académie a reçu deux pièces dans le délai indiqué. Celle qui porte pour épigraphe : « *Si les observations « précises font naître les théories, la précision des « théories provoque à son tour la précision des obser- « vations* » (Méc. céleste) a été jugée digne du prix. Les auteurs sont MM. Colladon et Sturm de Genève.

3°. PRIX D'ASTRONOMIE,

Fondé par M. de Lalande.

L'Académie, sur la proposition de la Commission, a décidé de partager, pour cette année, la médaille fondée par Lalande, entre M. Pons, directeur de l'Observatoire de Florence, et M. Gambart, directeur de l'Observatoire de Marseille, qui ont découvert, observé ou calculé les trois dernières comètes.

L'Académie regrette vivement de n'avoir aucun moyen d'exprimer tout le prix qu'elle attache aux intéressantes recherches astronomiques dont s'occupe M. Valz de Nîmes, avec une constance et une habileté dignes des plus grands éloges.

4°. PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

Fondé par M. de Montyon.

Six pièces, soit imprimées, soit manuscrites, ont été envoyées au concours : le prix a été décerné au Mé-

moire n° 3, adressé par M. Adolphe Brongniart, et qui a pour objet la génération des végétaux, avec 27 planches, dessinées par l'auteur.

L'ouvrage n° 2, qui a pour auteur M. Dutrochet, et qui est intitulé : *De l'agent immédiat du mouvement vital dévoilé dans sa nature et dans ses effets*, a aussi fixé l'attention de la Compagnie, comme rempli d'observations intéressantes et d'expériences ingénieuses; mais l'annonce de quelques-unes étant très-récente, et toutes n'ayant pas été répétées, l'Académie a conservé à l'auteur le droit de représenter son ouvrage au concours prochain.

5°. PRIX FONDÉ PAR M. DE MONTYON,

En faveur de celui qui aura découvert les moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.

Parmi les pièces envoyées au concours, une seule a paru digne de remarque : celle qui porte le n° 3, et qui a pour objet de prouver que les tisserands peuvent, au moyen d'un encollage ou parement particulier, établir leurs métiers dans des endroits sains et éclairés. Le procédé indiqué paraît efficace, et néanmoins l'Académie a pensé qu'il convenait d'attendre encore une année avant de le juger définitivement.

6°. PRIX FONDÉ PAR M. DE MONTYON,

En faveur de ceux qui auront perfectionné l'art de guérir.

L'Académie a reçu trente-six Mémoires ou ouvrages imprimés, destinés à concourir à ces prix. L'impos-

sibilité où elle serait d'examiner, chaque année, des travaux aussi étendus et aussi disparates, l'oblige de rappeler aux concurrens que, d'après les termes du testament et de l'ordonnance royale qui en règle l'exécution, elle n'est appelée à récompenser que des travaux qui auraient déjà conduit, au moment de sa décision, à un moyen nouveau et d'une efficacité constatée de traiter une ou plusieurs maladies. D'après les termes formels de l'ordonnance du Roi, des recherches physiologiques, pathologiques, anatomiques, quelque intérêt qu'elles puissent présenter, quelque sagacité qu'elles supposent, n'ont droit à ces prix qu'à partir de l'époque où l'on en a déduit une nouvelle méthode de guérir. L'Académie, en conséquence, malgré le mérite très-distingué de plusieurs des ouvrages soumis à son examen, n'a cru pouvoir décerner que deux prix :

L'un, de 10,000 fr., à MM. Pelletier et Caventou, à qui l'art de guérir est redevable de la découverte du sulfate de quinine ;

L'autre, de 10,000 fr., à M. Civiale, comme ayant pratiqué le premier sur le vivant la lithotritie, et pour avoir opéré avec succès, par cette méthode, beaucoup de calculeux.

Néanmoins l'Académie a pensé pouvoir encore, pour cette fois seulement, décerner les médailles d'encouragement suivantes :

Une médaille de 5,000 fr., pour la seconde édition de l'ouvrage de M. Laennec, intitulé : *De l'Auscultation médiate* ;

A M. Le Roi d'Etioles 2,000 fr., pour son Exposé des divers procédés employés jusqu'à ce jour pour gué-

nir de la pierre sans avoir recours à l'opération de la taille;

A M. Henri (Ossian). 2,000 fr., pour avoir perfectionné l'art d'extraire le sulfate de quinine, et avoir fait diminuer de beaucoup la valeur commerciale de ce sel;

A M. Rostan 1,500 fr., pour l'ouvrage intitulé : *Cours de Médecine clinique*;

A M. Gendrin 1,500 fr., pour son *Histoire anatomique des Inflammations*;

A M. Bretonneau 1,500 fr., pour son *Traité des Inflammations spéciales du tissu muqueux*;

A M. Ollivier d'Angers 1,500 fr., pour son *Traité de la Moelle épinière et de ses maladies*;

A M. Bayle 1,500 fr., pour le *Traité des Maladies du cerveau et de ses membranes*;

Enfin, une somme de 1,000 fr., à M. Rochoux, pour l'aider à faire imprimer ses *Recherches sur les différentes maladies* qu'on appelle *fièvre jaune*.

Les valeurs de ces médailles d'encouragement seront imputées sur les sommes que le testateur a léguées pour récompenser les ouvrages et découvertes qui concourent efficacement, soit à préserver de certaines maladies, soit à en perfectionner le traitement.

7°. PRIX DE STATISTIQUE.

M. le baron de Montyon a fondé un prix annuel de statistique qui doit être décerné par l'Académie. Le but principal de cette institution est d'encourager la recherche des faits authentiques qui intéressent l'éco-

nomie publique, et de répandre de plus en plus la connaissance de ces faits.

Au nombre des pièces envoyées au concours de cette année se trouvent des productions remarquables : l'Académie a reconnu avec une vive satisfaction que la science de la statistique et ses applications ont fait d'heureux progrès dans ces dernières années. Les grandes administrations ont procuré la libre connaissance des résultats, et même ont publié des ouvrages importans qui ont servi de modèle. Les auteurs des Mémoires présentés au concours se sont attachés à recueillir des documens certains, en indiquant avec soin les sources où ces documens ont été puisés. Ainsi le nombre des élémens d'une étude exacte et régulière s'est considérablament augmenté. Les vœux de l'illustre fondateur et ceux des amis des sciences ont été accomplis.

L'Académie, qui avait à décerner cette année un prix double, couronne *ex æquo* les deux ouvrages suivans (on les indique ici dans l'ordre de l'inscription), savoir :

N° 1. *La Description statistique du département de l'Aisne.* Cet ouvrage satisfait à toutes les conditions que l'on peut désirer de réunir ; il résulte de recherches assidues, entreprises par un auteur très-exercé, qui a puisé dans des sources connues et authentiques. Ce travail s'étend à tous les objets que la statistique doit considérer ; il offre un recueil d'un nombre immense de faits administratifs dont la connaissance est d'une utilité incontestable.

L'auteur est M. Brayer, chef de bureau à la Préfecture du département de l'Aisne.

N° 2. L'ouvrage ayant pour titre *OEnologie française*. Il présente la description statistique de tous les vignobles de la France, et fait connaître, non-seulement pour chaque département, mais aussi pour chaque arrondissement de sous-préfecture, avec beaucoup de précision, l'étendue superficielle, les produits, les prix, les lieux d'exportation, les procédés en usage, l'emploi dans la consommation intérieure ou pour le commerce extérieur et la distillation, les produits de la distillation des liqueurs spiritueuses de toute espèce. L'auteur a étendu les mêmes recherches à la bière et au cidre. Tous ces documens sont extraits des registres publics, ou discutés et vérifiés par des communications administratives. Il est évident qu'un pareil travail est sujet à des omissions et incertitudes inévitables; mais cet ouvrage, qu'il sera très-facile de perfectionner, offrant un mode de recherches spéciales appliqué à un objet déterminé et aussi important, méritait la plus honorable distinction.

L'auteur est M. Cavoleau, membre de la Société royale et centrale d'Agriculture.

Chacun des auteurs de ces ouvrages recevra en prix une médaille d'or d'une valeur égale à celle du prix annuel de statistique.

Parmi les ouvrages présentés au concours, l'Académie a remarqué comme digne d'une première mention honorable un manuscrit fort étendu, intitulé : *Statistique de la Corse*. L'auteur est M. le chevalier François-Cuneo d'Ornano. L'étude statistique de cette partie

du territoire français présentait des difficultés considérables. Il n'existait encore aucun ouvrage où l'on eût rassemblé tous les faits importans qui concernent ce pays. Le travail de l'auteur a donc, sous ce rapport, un mérite remarquable. Plusieurs parties de cette description ont paru traitées avec un grand soin ; d'autres sont encore imparfaites, et l'on n'a pu acquérir la preuve de l'authenticité des sources où l'on a puisé. C'est principalement ce motif qui n'a point permis d'admettre au partage du prix un travail si important par son objet, et si recommandable par les sentimens généreux qui ont inspiré l'auteur.

L'Académie accorde une seconde mention honorable *ex æquo* à deux atlas statistiques de la France :

L'un est intitulé : *Nouvel Atlas du royaume de France*; par M. Perrot et M. Aupick, officier supérieur au Corps royal d'état-major ;

L'autre est un Atlas géographique et statistique. L'éditeur est M. Alexandre Baudoin.

Ces deux pièces ne pouvaient être mises sur le même rang que les précédentes, parce qu'elles ont pour objet seulement de réunir des faits déjà connus ; mais la publication des ouvrages de ce genre est d'une utilité générale : ils facilitent le rapprochement et la comparaison des résultats ; ils en propagent la connaissance, et contribuent à répandre des notions justes et exactes sur des questions qui intéressent l'ordre civil.

L'Académie a reçu d'autres Mémoires très-importans sur diverses questions qui dépendent aussi de l'étude de la statistique ; ces pièces n'ont point été considérées par leurs auteurs ou par l'Académie comme étant com-

prises dans le présent concours, parce qu'elles n'ont point pour objet la recherche immédiate de nouveaux faits, mais plutôt la comparaison des résultats et l'examen de diverses questions d'économie publique. Considérés sous ce point de vue, ces Mémoires n'appartiennent pas à la statistique proprement dite, mais ils méritent à d'autres égards la reconnaissance publique.

PROGRAMME *des Prix proposés par l'Académie royale des Sciences pour les années* 1828, 1829 *et* 1830, *dans sa séance publique du* 11 *juin* 1827.

NOUVEAU GRAND PRIX DE SCIENCES NATURELLES.

L'Académie propose comme sujet du prix des Sciences naturelles, qui sera distribué dans la séance publique du premier lundi de juin 1830,

Une description, accompagnée de figures suffisamment détaillées, de l'origine et de la distribution des nerfs dans les poissons. On aura soin de comprendre dans ce travail au moins un poisson chondroptérygien, et, s'il est possible, une lamproie, un acanthoptérygien thoracique et un malacoptérygien abdominal.

Rien n'empêchera que ceux qui en auront la facilité, ne multiplient les espèces sur lesquelles porteront leurs observations; mais ce que l'on désire surtout, c'est que le nombre des espèces ne nuise pas au détail et à l'exactitude de leurs descriptions; et un travail qui se bornerait à trois espèces, mais qui en exposerait plus complètement les nerfs, serait préféré à celui qui, em-

brassant des espèces plus nombreuses, les décrirait plus superficiellement.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1830.

Ce terme est de rigueur.

GRAND PRIX DE SCIENCES NATURELLES.

Proposé en 1825 *pour l'année* 1827, *remis au concours pour l'année* 1829.

L'Académie avait proposé le sujet suivant, pour le prix de physique qu'elle devait décerner dans sa séance publique de juin 1827 :

Présenter l'histoire générale et comparée de la circulation du sang dans les quatre classes d'animaux vertébrés, avant et après la naissance, et à différens âges.

Aucune des pièces envoyées au concours n'ayant obtenu le prix, l'Académie propose de nouveau le même sujet pour l'année 1829.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1829. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1826 *pour* 1828.

Presque toutes les tentatives faites pour découvrir les lois de la résistance des fluides pèchent contre la pré-

mière règle des expériences, par laquelle on doit s'attacher à décomposer les phénomènes dans leurs circonstances les plus simples. En effet, on s'est le plus souvent borné à observer le temps employé par différens corps à parcourir un espace donné dans un fluide en repos, ou le poids qui maintient en équilibre un corps exposé au choc d'un fluide, ce qui ne peut faire connaître que le résultat total des divers actions que ce fluide exerce sur chacun des points de la surface du corps, actions très-variées et souvent contraires. Dans cet état de choses, il s'opère des compensations qui masquent les lois primordiales du phénomène, et rendent les données de l'observation inapplicables pour tout autre cas que celui qui les a fournies. M. Dubuat, auteur des *Principes d'hydraulique*, paraît être le premier qui se soit aperçu de ce défaut, et qui, pour l'éviter, ait cherché à mesurer les pressions locales dans les diverses parties de la surface des corps exposés au choc d'un fluide en mouvement. Ses expériences, en petit nombre, qu'il ne lui a pas été possible de varier beaucoup quant à la forme des corps, présentent néanmoins des résultats curieux. L'Académie a pensé qu'il était utile de reprendre ces expériences avec des instrumens perfectionnés, de les multiplier, et d'en varier encore plus les circonstances; et elle propose en conséquence pour sujet de prix le programme suivant :

Examiner dans ses détails le phénomène de la résistance de l'eau, en déterminant avec soin par des expériences exactes, les pressions que supportent séparément un grand nombre de points convenablement

choisis sur les parties antérieures, latérales et postérieures d'un corps, lorsqu'il est exposé au choc de ce fluide en mouvement, et lorsqu'il se meut dans le même fluide en repos; mesurer la vitesse de l'eau en divers points des filets qui avoisinent le corps; construire sur les données de l'observation les courbes que forment ces filets (1); *déterminer le point où commence leur déviation en avant du corps; enfin établir, s'il est possible, sur les résultats de ces expériences, des formules empiriques que l'on comparera ensuite avec l'ensemble des expériences faites antérieurement sur le même sujet.*

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi du mois de juin 1828. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1828.

Ce terme est de rigueur.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES,

Proposé en 1824 *pour l'année* 1826, *remis au concours pour* 1827, *et une seconde fois pour l'année* 1829.

Le prix relatif au calcul des perturbations du mouvement elliptique des comètes n'ayant point été décerné,

L'Académie propose le même sujet dans les termes suivans : *Elle appelle l'attention des Géomètres sur cette théorie, afin de donner lieu à un nouvel exa-*

---

(1) Ce qui peut se faire de plusieurs manières, et d'abord au moyen de corps légers qu'on jette sur la surface de l'eau.

men des méthodes, et à leur perfectionnement. Elle demande en outre qu'on fasse l'application de ces méthodes à la comète de 1759, et à l'une des deux autres comètes dont le retour périodique est déjà constaté.

Le prix sera une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi du mois de juin 1829. Les Mémoires devront être remis au secrétariat de l'institut, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

PRIX FONDÉ PAR FEU M. ALHUMBERT.

Feu M. Alhumbert ayant légué une rente annuelle de *trois cents francs* pour être employée aux progrès des sciences et des arts, le Roi a autorisé les Académies des Sciences et des Beaux-Arts, à décerner alternativement, chaque année, un prix de cette valeur.

L'Académie n'ayant point reçu de Mémoires satisfaisans sur les questions mises au concours et dont les prix devaient être adjugés cette année, a arrêté que les sommes destinées à cet emploi seront réunies avec celles qui doivent échoir, pour former un prix de 1,200 francs, lequel sera décerné, dans la séance publique du mois de juin 1829, au meilleur Mémoire sur la question suivante :

Exposer d'une manière complète, et avec des figures, les changemens qu'éprouvent le squelette et les muscles des grenouilles et des salamandres dans les différentes époques de leur vie.

Les Mémoires devront être envoyés, *francs de port*,

au secrétariat de l'Académie, avant le 1er janvier 1829.

Ce terme est de rigueur.

Les Mémoires et machines relatifs aux prix ci-dessus devront être adressés, *francs de port*, au secrétariat de l'Institut avant le terme prescrit, et porter chacun une épigraphe ou devise, qui sera répétée, avec le nom de l'auteur, dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Les concurrens sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages qui auront été envoyés au concours; mais les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies.

PRIX D'ASTRONOMIE,

Fondé par M. de Lalande.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être donnée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, ou le Mémoire le plus utile aux progrès de l'astronomie, sera décernée dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *six cent vingt-cinq francs*.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

Fondé par M. de Montyon.

Feu M. le baron de Montyon a offert un somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu fût affecté à un prix de physiologie expérimentale à décerner chaque année; et le Roi ayant autorisé cette

fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818, l'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de *huit cent quatre-vingt-quinze francs* à l'ouvrage imprimé, ou manuscrit, qui lui aura été adressé d'ici au 1er janvier 1828, et qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale.

Les auteurs qui désireraient concourir pour ce prix sont invités à adresser leurs ouvrage, *francs de port*, au secrétariat de l'Académie, avant le 1er janvier 1828. Ce terme est de rigueur.

Le prix sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

PRIX DE MÉCANIQUE,

Fondé par M. de Montyon.

M. de Montyon a offert une rente de *cinq cents francs* sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel, autorisé par une ordonnance royale du 29 septembre 1819, en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie royale des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instrumens utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences.

L'Académie a décidé, sur l'avis de sa Commission, qu'il n'y a point encore lieu cette année de décerner ce prix. En conséquence, il sera réuni avec ceux de 1826 et 1827, pour être donné dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

Ce prix sera une médaille d'or de la valeur de *quinze cents francs*.

Il ne sera donné qu'à des machines dont la description, ou les plans ou modèles, suffisamment détaillés, auront été soumis à l'Académie, soit isolément, soit dans quelque ouvrage imprimé, transmis à l'Académie.

L'Académie invite les auteurs qui croiraient avoir des droits à ce prix, à communiquer les descriptions manuscrites ou imprimées de leurs inventions, avant le 1er janvier 1828.

Ce terme est de rigueur.

PRIX DIVERS DU LEGS MONTYON.

Conformément au testament de feu M. le baron Auget de Montyon et aux ordonnances royales du 29 juillet 1821 et du 2 juin 1824, la somme annuelle résultant des legs dudit sieur baron de Montyon pour récompenser les perfectionnemens de la médecine et de la chirurgie, sera employée, pour moitié, en un ou plusieurs prix à décerner par l'Académie royale des Sciences à l'auteur ou aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui, ayant pour objet le traitement d'une maladie interne, seront jugés les plus utiles à l'art de guérir; et l'autre moitié, en un ou plusieurs prix à décerner par la même Académie à l'auteur ou aux auteurs des ouvrages ou découvertes qui, ayant eu pour objet le traitement d'une maladie externe, seront également jugés les plus utiles à l'art de guérir.

La somme annuelle provenant du legs fait par le même testateur en faveur de ceux qui auront trouvé les moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre, sera également employée en un ou plusieurs prix à décerner par l'Académie aux ouvrages ou découvertes qui

auront paru dans l'année sur les objets les plus utiles et les plus propres à concourir au but que s'est proposé le testateur.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des ouvrages couronnés, ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé ; mais les libéralités du fondateur et les ordres du Roi ont donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable, en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Les concurrens pour l'année 1827 sont invités à adresser leurs ouvrages, leurs Mémoires, et, s'il y a lieu, les modèles de leurs machines ou de leurs appareils, *francs de port*, au Secrétariat de l'Institut, avant le 1er janvier 1828.

Le jugement de l'Académie sera annoncé à la séance publique du premier lundi de juin 1828.

PRIX DE STATISTIQUE,

Fondé par M. de Montyon.

Parmi les ouvrages composés chaque année, et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'an-

née suivante. On considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés dans le cours de l'année, seraient adressés au Secrétariat de l'Institut : sont seuls exceptés les ouvrages imprimés ou manuscrits de ses membres résidens.*

Afin que les recherches puissent s'étendre à un plus grand nombre d'objets, il paraît d'abord préférable de ne point indiquer une question spéciale, en laissant aux auteurs mêmes le choix du sujet, pourvu que ce sujet appartienne à la statistique proprement dite, c'est-à-dire qu'il contribue à faire connaître exactement le territoire ou la population, ou les richesses agricoles et industrielles du royaume ou des colonies.

Les Mémoires manuscrits, destinés au concours de l'année 1827, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut, *francs de port*, et remis avant le 1er janvier 1828 ; ils peuvent porter le nom de l'auteur, ou ce nom peut être écrit dans un billet cacheté joint au Mémoire.

Quant aux ouvrages imprimés, il suffit qu'ils aient été publiés dans le courant de l'année 1827, et qu'ils aient été adressés à l'Académie avant l'expiration du délai indiqué. Le prix consistera en une médaille d'or équivalente à la somme de *cinq cent trente francs*. Il sera décerné dans la séance publique du premier lundi de juin 1828.

Suite *du Mémoire sur les Combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore.*

Par Mr H. Rose (1).

Sur les Gaz que l'on obtient en décomposant les phosphites neutres par la chaleur.

Ces gaz sont très-différens de ceux que l'on obtient en décomposant l'acide phosphoreux par la chaleur. Leur nature dépend de la quantité d'eau qui est décomposée pendant la transformation des phosphites en phosphates. Si le sel contient assez d'eau pour que son oxigène puisse changer tout l'acide phosphoreux en acide phosphorique, le gaz hydrogène qui se dégage ne contient pas sensiblement de phosphore; si, au contraire, la quantité d'eau est trop petite, une partie de l'acide phosphoreux se décompose pour en oxigéner une autre, et alors le gaz hydrogène contient une certaine quantité de phosphore, mais toujours moindre que celle contenue dans les deux gaz hydrogènes phosphurés, examinés précédemment.

Phosphite de baryte. Ce sel a été préparé en versant une dissolution de chlorure de barium dans le protochlorure de phosphore dissous dans l'eau et saturé d'ammoniaque. Décomposé par la chaleur, il a donné des traces insignifiantes d'eau; le gaz a brûlé avec une flamme bleue, et a troublé à peine la dissolution de nitrate d'argent : le résidu, qui était d'une couleur légèrement brunâtre, était du phosphate neutre de baryte,

(1) Voyez vol. xxxiv, p. 170.

contenant un peu de cette matière qu'on a désignée par le nom *d'oxide de phosphore*. Le phosphite de baryte contient un atome d'acide phosphoreux, un atome de baryte et un atome d'eau, comme l'avait déjà trouvé M. Berzelius. L'eau a donc fourni seule tout l'oxigène nécessaire pour la transformation de l'acide phosphoreux en acide phosphorique.

Le Phosphite de chaux se comporte exactement comme celui de baryte.

Le Phosphite de strontiane est composé comme les deux précédens; mais pendant sa décomposition il se forme une plus grande quantité d'acide phosphorique aux dépens de l'acide phosphoreux; aussi le gaz qui se dégage contient un peu plus de phosphore, et le résidu est plus brun qu'avec le phosphite de baryte.

Le Phosphite de potasse ne cristallise pas. Il n'a donné pendant sa décomposition que du gaz hydrogène. *Le Phosphite de soude* se comporte de la même manière.

Le Phosphite d'ammoniaque, amené à consistance sirupeuse, donne de gros cristaux très-déliquescens. La chaleur en dégage d'abord l'ammoniaque, et il se décompose ensuite, comme si l'acide n'eût point été primitivement combiné avec l'ammoniaque.

Le Phosphite de magnésie, quoique peu soluble, l'est plus que ceux de baryte, de strontiane et de chaux. On n'obtient point de précipité en versant la dissolution du proto-chlorure de phosphore saturée d'ammoniaque dans celle du sulfate de magnésie. On doit préparer le phosphite de magnésie en traitant de la magnésie en excès par l'acide phosphoreux. En l'évaporant dans le vide, avec

l'acide sulfurique, on obtient des croûtes cristallines. I contient beaucoup plus d'eau de cristallisation que le phosphites de baryte, de strontiane et de chaux. Dans l commencement de sa décomposition par le feu, on obtient de l'hydrogène passablement pur; mais ensuite l gaz contient visiblement du phosphore, et trouble l nitrate d'argent. On a même aperçu de l'incandescenc dans la cornue; phénomène qui ne s'était point encor manifesté avec les autres phosphites. Le résidu étai d'une couleur jaune-brunâtre.

Le Phosphite de zinc est moins soluble que celui d magnésie. Il contient trois atomes d'eau. Le gaz qu'i donne en se décomposant, surtout vers la fin de l'opéra tion, contient du phosphore; il ne s'enflamme pas spon tanément, mais il brûle avec une flamme phosphoriq et trouble la dissolution d'argent. Il est à remarqu qu'en faisant bouillir la dissolution de phosphite de zin il se produit un précipité; phénomène qui se présen aussi avec la plupart des autres phosphites.

Le Phosphite de manganèse est un peu soluble. contient un atome d'eau: mais par une forte dessicati il en perd la moitié. Au moment où il se décompose une chaleur rouge dans une cornue de verre, il lais souvent apercevoir de l'incandescence, et d'autant pl sûrement qu'il est plus sec. Il donne un gaz qui s'enflamme pas spontanément, mais qui contient d'au tant plus de phosphore que le sel est plus sec. Il se s blime une quantité insignifiante de phosphore; ce q n'arrive que très-rarement avec les phosphites. Le r sidu est composé de cinq atomes de protoxide de ma ganèse et de quatre d'acide phosphorique.

Le Phosphite de fer, bien lavé et séché sans le contact de l'air, se décompose à une chaleur rouge avec une vive incandescence, et il se dégage de l'hydrogène pur. Il reste du phosphate neutre de fer.

Le Phosphite de peroxide de fer a été préparé en mêlant le sulfate double de peroxide de fer et d'ammoniaque avec la dissolution du proto-chlorure de phosphore, saturée par l'ammoniaque. On obtient un précipité blanc qui se dissout par l'agitation, et il faut une assez forte proportion de la dernière dissolution pour l'empêcher de se dissoudre. Si l'on chauffe la liqueur séparée par le filtre du précipité, il se sépare une quantité très-considérable de phosphite de fer semblable à celui obtenu à froid. Ce sel, bien lavé, a été chauffé au rouge dans une retorte. Il s'est décomposé avec apparence lumineuse, et a donné un gaz contenant un peu de phosphore. Le résidu, qui était blanc, a été trouvé composé d'acide phosphorique et de fer, pour la plus grande partie à l'état de protoxide.

Le Phosphite d'alumine se décompose sans manifester d'incandescence, et donne un gaz qui contient un peu de phosphore.

Phosphite de glucine. On a commencé par faire du chlorure de glucinium en faisant passer du chlore sec sur un mélange de glucine et de charbon exposé à une chaleur rouge. Ce chlorure a beaucoup de ressemblance avec celui d'aluminium. Il se sublime en flocons neigeux, de l'éclat de la soie, fusibles à une douce chaleur en gouttes brunes. Dissous dans l'eau, et mêlé avec la dissolution ammoniacale de proto-chlorure de phosphore, on a obtenu un précipité blanc qui s'est décom-

posé par la chaleur avec apparence d'incandescence, en donnant de l'hydrogène pur.

Le Phosphite de chrôme donne aussi de l'hydrogène pur, mais sans incandescence.

Le Phosphite de cobalt donne en se décomposant beaucoup d'eau et de l'hydrogène pur. Il s'est manifesté une incandescence, et le dégagement de gaz a cessé aussitôt.

Le Phosphite de nickel donne beaucoup d'eau et de l'hydrogène pur, sans incandescence.

Le Phosphite de cadmium se décompose, sans incandescence, en donnant de l'hydrogène pur. Le résidu est fondu, et forme après le refroidissement une masse noire poreuse. Il se sublime du cadmium à l'état métallique.

Le Phosphite de plomb, soumis à l'action de la chaleur, est devenu noir en donnant un gaz qui ne s'est point enflammé spontanément, mais qui brûle avec une flamme très-phosphorique, et qui trouble beaucoup le perchlorure de mercure et le nitrate d'argent. Vers la fin, il se sublime du phosphore en quantité notable; phénomène que je n'avais point encore observé à ce point. Au moment où le phosphore commence à se manifester, il se produit un gaz qui ne trouble plus fortement la dissolution d'argent, et qui cesse aussitôt que le phosphore se sublime. Le résidu était noir; mais comme le phosphite de plomb avait été préparé avec l'acétate et qu'il aurait pu en retenir, j'ai préparé une nouvelle quantité de phosphite avec le chlorure de plomb et l'ammoniaque saturée de chlorure de phosphore. Mais, ainsi que M. Berzelius l'a déjà remarqué

il faut beaucoup de temps pour que l'eau de lavage ne contienne plus de chlorure de plomb ; et si même alors on dissout le phosphite dans l'acide nitrique, on en reconnaît encore la présence dans la dissolution.

Le phosphite, préparé de cette manière, s'est comporté au feu comme l'autre : le résidu est d'abord noir ; mais lorsque tout dégagement de phosphore a cessé, il paraît seulement grisâtre. La couleur noire est conséquemment due au phosphore ; et en effet, si au moment où il ne se dégage plus de gaz on cesse de chauffer, et qu'on retire le résidu de la cornue après qu'il est refroidi, on le voit s'enflammer aussitôt.

Le résidu, dissous dans l'acide nitrique et décomposé ensuite par l'acide sulfurique, a donné, en soustrayant la petite quantité de chlorure de plomb qu'il contenait :

Oxide de plomb.......	79,01 ;
Acide phosphorique....	20,99 ;

composition qui correspond à 5 atomes d'oxide de plomb et 4 d'acide phosphorique.

On sait, d'après M. Berzelius, que le phosphite de plomb contient un atome d'eau. Il faut donc que ce sel se décompose de manière que pour 5 atomes de phosphite, il se dégage 1 atome de phosphore et $2\frac{1}{2}$ d'hydrogène. Le phosphite de manganèse présente une décomposition semblable ; avec cette différence seulement que le phosphore, dans ce dernier cas, se dégage en combinaison avec le phosphore.

Phosphite d'antimoine. On n'obtient de précipité avec l'ammoniaque saturée de proto-chlorure de phosphore et l'émétique qu'en ajoutant de l'acide hydro-

chlorique. Il se fait alors un précipité blanc qui, étant desséché, donne par la chaleur de l'hydrogène pur.

Le Phosphite de bismuth donne de l'hydrogène pur.

Phosphite d'étain. On l'a préparé en mêlant une solution de proto-chlorure d'étain avec le proto-chlorure de phosphore saturé d'ammoniaque. Ce sel, dissous dans l'acide hydro-chlorique, est un puissant réductif pour les métaux peu oxidables. Il contient de l'eau, et seulement, à ce qu'il paraît, un demi-atome. Chauffé, il se boursouffle, devient noir, se fond sans montrer aucune apparence lumineuse. Il donne un gaz qui contient beaucoup de phosphore, et même une certaine quantité de ce corps se sublime. Les phénomènes de décomposition sont les mêmes que ceux du phosphite de plomb, et le même mode doit aussi avoir lieu.

Le Phosphite de peroxide d'étain, préparé avec une dissolution de perchlorure d'étain, ne donne que de l'eau pendant sa décomposition par le feu ; mais l'étain est ramené au *minimum* d'oxidation. Il faut par conséquent que le phosphite ait été à l'état bi-basique.

Le Phosphite d'acide titanique a été obtenu au moyen du chlorure de titane préparé d'après le procédé d'Œrsted. Il est blanc, et se décompose sans apparence lumineuse en donnant un gaz qui contient du phosphore, et qui trouble fortement la dissolution d'argent. Le résidu est noir, quoique l'acide titanique ne perde point d'oxigène.

En réunissant les faits analogues, on voit que les phosphites de baryte, de chaux, de strontiane, de potasse, de soude, de protoxide de fer, de glucine, de chrome, de cobalt, de nickel, de cadmium, d'anti-

moine et de bismuth, se changent en phosphates neutres en donnant de l'hydrogène pur ; ce qui exige que chaque phosphite contienne au moins un atome d'eau. Si les phosphites ne contiennent qu'un demi-atome d'eau, ou qu'il ne s'en décompose qu'un demi-atome, ou enfin que la base contienne deux atomes d'oxigène, et qu'il ne se décompose qu'un atome d'eau, alors le phosphate restant n'est plus neutre ; il est formé de cinq atomes de base et de quatre d'acide, et il se dégage du phosphore. Les autres phosphites neutres donnent en se décomposant un gaz qui contient une petite quantité de phosphore, laquelle, dans la plupart des cas, dépend vraisemblablement d'une décomposition incomplète des phosphites.

Sur les gaz qui se dégagent pendant la décomposition des phosphites acides et basiques.

Les expériences précédentes montrent que la nature des gaz qui se dégagent pendant la décomposition des phosphites par la chaleur, dépend de la quantité d'eau qui est décomposée. Si elle est suffisante pour oxider tout le phosphore, on obtient un phosphate neutre (1); mais si elle est insuffisante, une portion d'acide phosphoreux s'oxide aux dépens de l'autre, et le gaz qui

---

(1) J'avais déjà imprimé cette partie de mon travail lorsque j'ai été prévenu que M. Gay-Lussac avait depuis long-temps fait voir que les phosphites se changent en phosphates sans altération de neutralité, lorsque l'acide phosphoreux est converti en acide phosphorique. (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. 1, p. 213.)

se dégage contient alors du phosphore, comme on l'a vu avec les phosphites de plomb, de manganèse et d'étain. Le gaz devrait être composé, dans ce cas, de 1 atome de phosphore et de $2\frac{1}{2}$ d'hydrogène, et il y a toutes sortes de raisons de croire qu'il n'est point un simple mélange; mais il n'est point pur : la chaleur le décompose en partie, et de là le phosphore qu'on observe dans le col de la cornue.

Phosphite acide de baryte. On l'a préparé en faisant digérer de l'acide phosphoreux sur du phosphite de baryte en excès; on l'a évaporé dans le vide avec l'acide sulfurique, jusqu'à siccité; car lorsqu'on le chauffe il s'en sépare facilement une portion de phosphite de baryte. Pour s'assurer qu'il est tout-à-fait sec, il est nécessaire de le chauffer jusqu'à ce qu'il ne diminue plus de poids.

Ce sel cristallise en petits cristaux grenus, de forme indéterminée; quoiqu'il devienne humide à l'air, il n'est pas très-soluble : il est composé de

1 atome	de baryte;
2	d'acide phosphoreux;
$2\frac{1}{2}$	d'eau.

Chauffé, il donne un gaz qui ne s'enflamme pas spontanément, mais qui, étant enflammé, brûle avec une vive lumière phosphorique. Le résidu est composé de 53,38 à 54,42 de baryte et de 46,62 à 45,58 d'acide phosphorique. L'oxigène de la base est à peu près à celui de l'acide comme 1 : $4\frac{1}{2}$; d'où il suit que 5 atomes du sel perdent 1 atome de phosphore, pendant que, pour chaque atome du sel, il n'y a que $1\frac{1}{2}$ atome d'eau qui soient décomposés, et l'autre atome se dégage sans décomposition.

On obtient un autre phosphite de baryte acide en laissant digérer de l'ammoniaque sur le bi-phosphite précédent. Les quantités d'oxigène de la baryte, de l'acide et de l'eau sont entre elles :: 5 : 9 : 1.

Le phosphate acide de plomb n'existe point, au moins il n'a pas été possible de l'obtenir en faisant digérer du phosphite de plomb avec de l'acide phosphoreux, même pendant plusieurs mois.

Phosphite de plomb basique. On l'a obtenu par une digestion de plusieurs semaines de l'ammoniaque avec le phosphite de plomb récemment précipité. Après avoir été desséché jusqu'à ce qu'il ne diminuât plus de poids, il a été traité par l'acide nitrique, puis décomposé par l'acide sulfurique. On a ainsi trouvé qu'il est formé de

Oxide de plomb.......	85,81 ;
Acide phosphoreux....	10,95 ;
Eau.................	3,24.

Si la quantité d'eau était un peu plus grande, les quantités d'oxigène seraient entre elles comme 4 : 3 : 2. Ce sel contient par conséquent deux fois plus de base et d'eau que le phosphite neutre, et diffère de celui obtenu par Berzelius qui contient 3 fois plus de base. Soumis à la distillation, il a donné de l'hydrogène pur.

Avant d'aller plus loin, je dois faire remarquer que lorsque le phosphite doit donner de l'hydrogène phosphuré en se décomposant par la chaleur, ce dernier contient d'autant plus de phosphore que le phosphite a été plus desséché. C'est ce que j'ai constaté en décomposant du phosphite de manganèse très-sec et dans un grand état d'humidité.

Sur le Gaz que l'on obtient en décomposant l'acide hypo-phosphoreux par la chaleur.

Les phénomènes que présente l'acide hypo-phosphoreux en se décomposant par la chaleur, sont tout-à-fait semblables à ceux manifestés par l'acide phosphoreux. Les gaz qui se dégagent dans les deux cas ne s'enflamment pas spontanément au contact de l'air, réduisent de la même manière le nitrate d'argent, et produisent le même précipité jaune dans le per-chlorure de mercure. On n'observe pas non plus la moindre trace de phosphore dans le col de la retorte lorsque le gaz n'a pas été enflammé.

Pour analyser le gaz fourni par l'acide hypo-phosphoreux, je l'ai fait passer sur une quantité connue de chlorure de cuivre. Ici les phénomènes ont encore été les mêmes qu'avec le gaz fourni par l'acide phosphoreux, et, au commencement de l'opération, le gaz qui avait traversé une dissolution d'ammoniaque, ou qui avait été seulement exposé à sa vapeur, s'est enflammé spontanément. Le phosphure de cuivre a été trouvé composé de 64,21 de cuivre et de 35,79 de phosphore; ce qui revient à la composition du phosphure de cuivre obtenu avec le gaz provenant de l'acide phosphoreux. Les deux gaz doivent donc avoir une composition identique.

(*La fin quand nous l'aurons reçue.*)

Sur *un Exemple très-remarquable de décomposition de l'hydrogène carboné.*

Par M. David Gordon.

(Extrait.)

M. David Gordon, ingénieur de la Compagnie du gaz portatif de Londres, rapporte qu'un jour la soupape de sûreté de la machine à compression dont il se sert pour remplir ses lampes, resta ouverte pendant un certain temps sous une pression intérieure de 27 atmosphères, et que dès-lors une grande quantité de gaz s'échappa en faisant un bruit intense. Après l'évènement, M. Gordon ne vit pas sans surprise que toutes les parties métalliques, voisines de la soupape, sur lesquelles le gaz avait frappé, étaient couvertes d'une substance charbonneuse humide; un semblable dépôt se remarquait à la surface d'un mur de briques contigu à l'appareil, mais il était sec, parce que les briques avaient absorbé l'humidité.

Depuis cette époque, le fils de M. Gordon est toujours arrivé au même résultat en se servant d'une lampe portative : une feuille de papier blanc que vient frapper le jet de gaz, quand il sort avec violence, est bientôt couverte d'un dépôt noir charbonneux.

L'hydrogène et le charbon, dit M. Gordon, doivent être très-faiblement unis dans l'hydrogène carboné, puisqu'une dilatation subite du gaz composé, suffit pour amener la séparation d'un des deux principes. Il regarderait comme utile de rechercher s'il ne se manifeste pas dans cette expérience, quelque phénomène électrique; quant à moi, je pense que ce qu'il y aurait à faire d'abord, ce serait de répéter l'épreuve en se servant de vases neufs et dans lesquels on ne pourrait pas soupçonner de dépôt antérieur.

(*The Edinb. Journ. of Science*, avril 1827.)

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	754,80	+18,2		751,68	+19,5		753,88	+20,5		755,03	+17,0		+20,5	+12,2	Nuageux.	S. O.
2	754,55	+16,5		753,20	+20,4		751,98	+19,5		750,25	+16,0		+20,4	+13,8	Couvert.	S. S O.
3	755,17	+15,5		756,02	+16,5		756,14	+17,5		756,44	+12,0		+17,5	+10,7	Nuageux	O.
4	755,65	+15,0		755,54	+15,0		755,68	+14,8		756,95	+11,0		+15,0	+ 9,8	Gouttes d'eau.	O.
5	756,97	+18,0		755,88	+19,5		754,37	+18,2		752,18	+11,7		+19,5	+ 6,5	Très-nuageux.	S O.
6	751,32	+14,5		752,00	+13,8		752,30	+13,3		754,12	+ 9,3		+13,8	+ 9,3	Très-nuageux.	O. N. O
7	756,10	+13,2		756,45	+15,1		756,37	+16,7		758,05	+11,0		+16,7	+ 8,7	Couvert.	N. N. O.
8	761,02	+13,8		761,32	+14,8		761,28	+16,3		761,40	+12,5		+16,3	+ 8,0	Couvert.	N.
9	763,06	+14,2		762,45	+16,0		761,58	+17,2		761,42	+14,7		+18,2	+ 8,5	Nuageux.	N. N. E.
10	759,92	+16,8		758,98	+19,9		757,68	+21,8		757,52	+18,5		+21,8	+11,3	Nuageux.	N. fort.
11	756,60	+17,0		757,96	+21,0		755,45	+22,0		755,56	+18,5		+22,0	+13,2	Très-nuageux.	N.
12	756,08	+15,0		755,34	+20,8		755,44	+20,8		755,82	+18,4		+20,9	+13,3	Très-nuageux.	N.
13	755,44	+19,6		755,80	+24,2		753,83	+25,4		753,04	+22,0		+25,7	+15,0	Couvert à demi.	E.
14	751,45	+16,3		751,30	+27,8		751,20	+26,0		752,10	+17,3		+28,3	+17,3	Nuages.	S. O
15	752,10	+22,5		751,84	+23,6		751,60	+23,2		751,70	+17,2		+23,6	+15,0	Eclaircies.	O. S. O.
16	751,70	+21,8		751,15	+24,8		750,07	+24,3		749,94	+19,8		+24,8	+12,5	Très-nuageux	O.
17	752,52	+23,7		752,56	+27,7		752,60	+25,7		754,20	+19,9		+27,7	+14,7	Nuageux.	O.
18	756,86	+22,0		756,94	+22,3		756,15	+22,5		756,92	+17,7		+22,8	+16,8	Quelq. petits nuages.	O.
19	756,73	+24,1		755,90	+26,7		754,58	+25,7		753,63	+20,5		+26,7	+14,2	Eclaircies.	S. O.
20	755,27	+21,5		755,23	+20,0		754,80	+21,6		754,52	+16,5		+21,6	+14,0	Couvert	S. O.
21	756,40	+12,5		756,60	+18,1		756,30	+19,3		758,64	+15,6		+19,3	+12,4	Couvert.	N. O.
22	759,82	+15,0		759,98	+19,5		759,78	+19,8		760,97	+14,1		+19,8	+11,6	Très-nuageux.	N. O.
23	760,90	+18,0		760,30	+19,2		759,90	+19,2		760,22	+14,1		+19,2	+ 8,5	Très-nuageux	N O.
24	759,36	+18,8		759,11	+20,8		758,36	+21,8		758,04	+14,7		+21,8	+ 8,8	Nuageux.	O.
25	759,47	+18,6		759,00	+19,7		758,30	+20,7		758,16	+17,5		+20,7*	+11,0	Nuages.	N. N. E.
26	757,80	+18,8		757,65	+20,5		757,40	+21,4		757,93	+15,5		+21,4	+12,8	Petites éclaircies.	N.
27	757,60	+21,7		756,67	+24,2		755,56	+23,7		754,25	+17,5		+25,4	+11,0	Nuageux.	S. O.
28	753,94	+21,5		753,92	+24,0		753,04	+24,4		753,30	+18,9		+25,0	+14,5	Couvert.	S O.
29	754,04	+22,0		753,70	+26,5		753,30	+17,1		751,36	+20,0		+27,1	+16,0	Nuageux.	S. O. fort.
30	754,34	+19,0		752,60	+23,8		753,57	+23,3		755,30	+18,3		+24,3	+17,5	Très-couvert.	S. O.
1	756,86	+15,6		756,65	+17,2		756,13	+17,6		756,42	+13,4		+18,2	+ 9,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	754,47	+20,3		754,22	+23,9		753,57	+23,7		753,77	+18,8		+24,4	+14,6	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 1,800
3	757,29	+18,6		756,95	+21,6		756,55	+22,1		756,81	+16,5		+22,4	+12,4	Moyenn. du 21 au 30	Terrasse, 1,690
	756,21	+18,2		755,94	+20,9		755,42	+21,1		755,67	+16,2		+21,7	+12,3	Moyennes du mois, + 17,0.	

RECHERCHES *sur les Variations de la durée moyenne des Oscillations horizontales de l'aiguille aimantée, et sur divers autres points du magnétisme terrestre.*

PAR Mr A. T. KUPFFER.

DEPUIS le mois d'octobre 1825, j'observe avec beaucoup de soin, deux fois par jour, la durée des oscillations d'une aiguille aimantée suspendue horizontalement. Cette aiguille fait partie d'une boussole de variations diurnes de déclinaison, exécutée par M. Gambey, à Paris. Comme cet instrument est décrit dans le *Précis de Physique* de M. Biot, tome II, page 110, je n'indique ici que la longueur de l'aiguille : elle était de $0^m,5$. Après avoir amené les fils en croix du microscope sur la ligne qui est tracée à l'extrémité de l'aiguille et qui sert de repère, on fait dévier l'aiguille en approchant pour un instant un morceau de fer doux. Pour avoir toujours les mêmes déviations, on a encore tracé sur l'extrémité de l'aiguille, dix autres lignes parallèles à celle qui sert de repère, cinq de chaque côté, et à des distances d'un demi-millimètre ; ainsi, quand la croix du microscope coïncidait avec une des lignes extérieures, la déviation de l'aiguille était de 2 mill. $\frac{1}{2}$, ce qui correspondait à un angle de 34′ à-peu-près, ou à une amplitude totale de 1° 8′. Lorsque l'aiguille avait atteint cette déviation, j'observais le passage de la ligne qui sert de repère, par la croix du microscope, avec un chronomètre d'Arnold qui bat

150 fois dans la minute. Après avoir observé plusieurs passages consécutifs, de droite à gauche et de gauche à droite, j'abandonnais l'aiguille, dont les oscillations diminuaient avec beaucoup de lenteur, et je ne reprenais les observations qu'après un quart d'heure, lorsque l'aiguille ne déviait plus que d'un demi-millimètre, ce qui correspondait à un angle de 7'.

Pendant cet espace de temps, la déclinaison avait quelquefois changé assez considérablement, et la croix du microscope ne partageait plus les oscillations en deux parties égales, ce dont je m'apercevais facilement par les observations mêmes, la durée des demi-oscillations à droite n'étant pas, dans ce cas, exactement égale à celle des demi-oscillations à gauche; je donnais alors au microscope la position convenable ; en cas que je n'eusse pas réussi complètement, l'observation même indiquait l'erreur, et il était facile d'en corriger le résultat. En même temps je notais soigneusement la température de l'aiguille, donnée par un thermomètre placé dans l'intérieur de la boîte, et la déclinaison relative, indiquée par la division du microscope. Ces observations furent faites vers les huit heures du matin et les six heures du soir. Je ne donnerai ici que les moyennes pour les différens mois.

Durée moyenne d'une oscillation horizontale de l'aiguille aimantée à Kazan.

		Matin. Durée.	Temp. R.	Soir. Durée.	Temp. R.
1825	Octobre....	31″,2448	12°,3	31″,2342	12,6
	Novembre..	2363	12 ,7	2313	13,4
	Décembre..	2205	11 ,8	2173	12,2
1826	Janvier	2286	13 ,2	2259	14,6
	Février	2230	15 ,3	2312	16,7
	Mars......	2282	14 ,2	2314	15,5
	Avril......	2212	13 ,5	2178	14,4
	Mai.......	2365	14 ,5	2210	16,1
	Juin......	2527	16 ,9	2406	19,2
	Juillet.....	2660	19 ,6	2625	21,3
	Août......	2645	17 ,3	2601	19,1
	Septembre..	2594	14 ,8	2511	16,8
	Octobre....	2571	14 ,5	2517	15,3
	Novembre..	2464	15 ,3	2474	16,1

Il s'agit maintenant de réduire toutes ces observations à la même température, pour les rendre comparables entr'elles. Je n'ai pas encore pu déterminer directement l'influence de la température sur mon aiguille, car elle est établie dans une chambre que j'habite et dans laquelle je ne puis point, sans inconvénient, faire varier assez considérablement la température pour avoir un résultat exact; mais la comparaison des observations précédentes, nous fournira un moyen très-simple pour déterminer approximativement cette influence. Il est bien probable que la durée des oscillations augmente ou diminue uniformément de mois en mois. Proposons-nous de réduire les observations à 13° de température.

Si pendant les mois d'octobre, de novembre et de décembre la durée diminue régulièrement, c'est-à-dire, si les différences des durées consécutives corrigées, sont égales entr'elles, nous pouvons établir l'équation suivante, dans laquelle x signifie la correction pour un degré de température :

$$31{,}2448 + 0{,}7 . x - 31{,}2363 - 0{,}3 . x = 31{,}2363 + 0{,}3x - 31{,}2205 - 1{,}2 . x ;$$

d'où l'on tire $x = 0{,}0055$. Ce résultat est singulièrement confirmé par les observations des mois d'octobre et de novembre 1826, qui, corrigées de 0,0055 pour chaque degré de température et réduites à 13°, donnent, à peu de chose près, la même durée que les mêmes mois de l'année précédente. Combinant de la même manière les observations de l'année 1826, de septembre, août, juillet, juin, mai, avril, mars, on obtient des valeurs très-différentes de x, mais dont la moyenne diffère très-peu de 0,0055 (1). Voici maintenant le tableau des observations précédentes, réduites à la même température de 13° R. :

(1) Si l'on compare ce nombre avec les résultats de mes observations concernant l'influence de la température sur le magnétisme, consignées dans mon Mémoire sur cet objet (voyez ces *Annales*, octobre 1825), on trouve qu'il est beaucoup plus faible. Cela peut tenir à ce que l'acier de mon aiguille est plus dur que celui qui a été employé dans les observations citées, et à ce que l'aiguille était chargée de plusieurs pièces de cuivre qui devaient ralentir sa marche, sans diminuer l'intensité de sa force magnétique, ce qui doit nécessairement aussi affaiblir les influences qui ont un rapport constant à l'intensité.

	Matin.	Soir.
1825 Octobre.............	31,2487	31,2364
Novembre............	2380	2291
Décembre...........	2271	2222
1826 Janvier..............	2275	2171
Février..............	2103	2109
Mars................	2216	2188
Avril................	2187	2101
Mai..................	2282	2040
Juin.................	2313	2055
Juillet...............	2320	2170
Août...............	2410	2265
Septembre..........	2495	2302
Octobre.............	2488	2390
Novembre...........	2337	2303

Ou en prenant les moyennes entre les observations du matin et de l'après-midi :

Mois.	Durée moyenne d'une oscillation à 13°.
1825 Octobre..............	31",2426
Novembre...........	2335
Décembre............	2246
1826 Janvier..............	2224
Février.............	2106
Mars................	2202
Avril................	2144
Mai..................	2161
Juin.................	2184
Juillet...............	2245
Août...............	2286
Septembre..........	2398
Octobre.............	2439
Novembre..........	2320

Ces observations démontrent, 1° que la durée moyenne d'une oscillation horizontale de l'aiguille aimantée, atteint son *maximum* à la fin de l'été (au mois de septembre ou d'octobre), et son *minimum* en hiver (vers le mois de février); 2° que les variations diurnes de cette durée sont plus grandes en été qu'en hiver; 3° que d'une année à l'autre, cette durée n'a presque pas changé à Kazan.

Ces observations s'accordent assez bien avec celles de M. Hansteen, qui cependant n'a pas eu égard à la température. Il a trouvé, il est vrai, des variations annuelles et diurnes plus grandes que moi, et une augmentation de la durée des oscillations, entre une année et l'autre; mais ces différences peuvent tenir aux localités, comme je le ferai voir plus tard.

Il s'agit maintenant de savoir si les variations de la durée moyenne d'une oscillation indiquent, des variations dans l'intensité du magnétisme terrestre, ou s'il y a encore d'autres causes qui peuvent les produire. On sait que si l'on désigne par I l'intensité du magnétisme terrestre, et par i l'inclinaison magnétique de l'endroit où l'on observe, la durée d'une oscillation est en raison inverse de $\sqrt{I \cos i}$. Cette durée peut donc varier par un changement de I ou de i, ou de ces deux grandeurs à la fois. Nous manquons absolument des observations qui seraient nécessaires, pour donner la préférence à l'une ou à l'autre de ces hypothèses; mais comme, d'après les recherches de M. Sabine, l'intensité de la force magnétique de la terre varie, depuis l'équateur jusqu'aux pôles, de 1 à 2 seulement, tandis que cos. i parcourt toutes les valeurs de 1 à 0, il est bien



visible que l'inclinaison magnétique doit influer davantage sur le résultat, que l'intensité; on peut donc admettre que les variations de la durée des oscillations horizontales, dans le même endroit, sont presque entièrement produites par des variations dans l'inclinaison, et que les variations de l'intensité y entrent pour peu de chose : cela admis, l'inclinaison magnétique de Kazan doit atteindre son *maximum* en été, et son *minimum* en hiver (leur plus grande différence étant de $2' \frac{1}{2}$ à peu près), et ne changer presque pas d'une année à l'autre. Je n'oserais pas avancer cette hypothèse, qui n'est confirmée par aucune observation directe, si diverses considérations ne se réunissaient pas pour lui donner une grande probabilité.

Il est prouvé par les observations les plus récentes et principalement par la discussion que M. Arago a publiée de toutes les inclinaisons recueillies durant le voyage de la *Coquille* autour du monde (voyez ces *Annales*, décembre 1825), que l'équateur magnétique a un mouvement de translation de l'est à l'ouest. M. Morlet a expliqué le premier, par ce phénomène, les variations qu'éprouve l'inclinaison de l'aiguille magnétique, d'année en année, dans divers lieux de la terre. Effectivement, la latitude magnétique de chaque endroit, dépend évidemment de sa position relativement à l'équateur magnétique; elle doit donc varier par cette rétrogradation des nœuds : or, c'est de la latitude magnétique que dépend l'inclinaison de l'aiguille. On trouvera dans le Mémoire cité les détails de ce système ingénieux, qui jette un nouveau jour sur

un des phénomènes les plus compliqués que la nature nous présente.

Nous sommes très-éloignés de connaître aussi bien les causes générales des variations encore plus rapides que la déclinaison magnétique éprouve sur les mêmes points de la terre. Nous savons cependant que la déclinaison est orientale dans quelques endroits, et occidentale dans d'autres, et que ces points sont séparés par des lignes où la déclinaison est nulle, et dont le cours est assez bien connu.

On peut distinguer deux espèces de lignes sans déclinaison. Les déclinaisons des lieux situés de côté et d'autre de ces lignes peuvent être affectées du même signe ou de signes contraires. Il paraît que les deux espèces existent dans la nature. Il est connu qu'il y a une ligne sans déclinaison, qui passe par la partie orientale de la Russie européenne, à l'ouest de Kazan. Les points situés à l'ouest de cette ligne ont une déclinaison occidentale; au lieu que ceux qui se trouvent à l'est ont une déclinaison orientale. La ligne qui passe par le nord de l'Amérique présente le même phénomène, seulement dans un ordre inverse. En allant de Kazan à Irkoutzk, la déclinaison orientale augmente toujours jusqu'à Tobolsk, où elle commence à diminuer, pour devenir nulle près d'Irkouztk. Voilà donc encore une ligne sans déclinaison. Mais ici, en s'avançant vers l'est, la déclinaison redevient orientale : elle ne change donc pas de signe. Il est vrai qu'il existe une observation de Billings, de 1788, qui prétend avoir trouvé à Iakoutzk, à l'est d'Irkoutzk, une déclinaison occidentale de 2°; mais les observations les plus ré-

centes de MM. Anjon et Wrangel, sur la côte nord-est de la Sibérie, sont contraires à cette assertion. Comme les observations citées sont peu connues, j'en donne ici le tableau :

	Longit. orient. de Greenwich.	Latitude.	Déclinaison orientale.
Tchaunskaja Gouba.......	170°	70°	18°—3′
	165	70 $\frac{3}{4}$	14 —51
Iles des Ours............	163	70 $\frac{1}{2}$	14 —4
Nouvelle-Sibérie.........	150	75	15 —15
	150	72	11 —3
Swatoi Nos.............	142	72 $\frac{1}{2}$	8 —7
	146	71	8 —42
	138	76 $\frac{1}{2}$	16°.

N. B. Les positions géographiques ont été prises sur la carte de MM. Wrangel et Anjou, de sorte qu'elles ne sont qu'approximatives.

Ces observations démontrent que toute la côte nord-est de Sibérie a une déclinaison orientale. Les déclinaisons sur le même parallèle diminuent si régulièrement en s'avançant de l'est à l'ouest, qu'on peut déterminer avec un certain degré de probabilité la position du point où la déclinaison doit être nulle : on est obligé de le placer à-peu-près sous le méridien d'Irkoutzk. Il n'existe donc point de déclinaison occidentale entre Irkoutzk et la partie la plus orientale de la Sibérie, au moins dans le nord. Si enfin il existait, comme M. Hansteen l'a avancé, un pôle magnétique à 116° de longitude de Greenwich et 85° $\frac{1}{2}$ de latitude boréale, l'aiguille ne présenterait pas une déclinaison de 16° par une longitude de 138° et une latitude de 76° $\frac{1}{2}$.

Mais revenons à ces lignes, qui font changer de signe la déclinaison magnétique. Il est clair que la déclinaison doit augmenter à mesure qu'on s'éloigne de la ligne sans déclinaison, ou ce qui revient au même, que la déclinaison de tel endroit doit augmenter à mesure que la ligne sans déclinaison s'en éloigne, et diminuer à mesure que cette ligne s'en approche. On sait depuis long-temps que la ligne sans déclinaison, qui passe maintenant par l'Amérique, passait autrefois par Paris et par Londres, et qu'elle a un mouvement progressif vers l'ouest très-considérable. Il est facile de prouver que la ligne sans déclinaison, qui passe près de Kazan, présente le même phénomène. L'an 1761, la déclinaison à Kazan était de $2^\circ\frac{1}{2}$ à l'ouest; en 1805, de 2° à l'est; en 1825 je l'ai trouvée de à 3° à-peu-près. Mes observations les plus récentes avec la boussole des variations diurnes de déclinaison, m'ont fait voir que l'aiguille a marché de $5'$ à $6'$ vers l'est, depuis le mois de novembre 1825 jusqu'au même mois en 1826. Dans le nord de la Russie, à Archangelsk, la déclinaison était, dans le commencement de ce siècle, de $\frac{1}{2}^\circ$ à l'ouest, et à Swatoi-Nos (1) de $1^\circ\frac{1}{2}$ à l'ouest; à présent, elle est de 2° à l'est, dans la première, et de 1° à l'est, dans la seconde station; et à Mutotchkin au Novaja Peurla, la déclinaison orientale a augmenté de 7°. Il est donc bien prouvé que la ligne sans déclinaison passait autrefois plus à l'est, et qu'elle

---

(1) Il est inutile de remarquer qu'il ne faut pas confondre ce Swatoi-Nos avec celui qui se trouve dans le nord-est de la Sibérie. Swatoi-Nos signifie Cap-Saint.

a traversé la ville de Kazan, probablement en 1780.

En comparant le mouvement progressif des lignes sans déclinaison, avec le mouvement de l'équateur magnétique qui s'exécute dans le même sens, il est bien naturel d'admettre qu'il existe une liaison entre ces deux phénomènes. Effectivement, en prolongeant les lignes sans déclinaison jusqu'à l'équateur magnétique, la première, c'est-à-dire celle qui passe par le nord de l'Amérique, coupe cet équateur à-peu-près dans le point où il atteint la plus grande latitude australe; et celle qui passe près de Kazan, là où il atteint la plus grande latitude boréale. Dès-lors la ligne sans déclinaison ne règle pas seulement les déclinaisons des points qui l'avoisinent, mais aussi la grandeur des variations de leurs inclinaisons. Cette hypothèse est singulièrement confirmée par les observations précédentes, qui prouvent que les variations de l'inclinaison de l'aiguille aimantée sont très-petites à Kazan, c'est-à-dire dans un point qui est très-rapproché de la ligne sans déclinaison, tandis qu'elles sont assez considérables à Christiania, suivant les observations de M. Hausteen.

Quoique, par ce qui précède, il paraisse suffisamment prouvé que l'équateur magnétique et les lignes sans déclinaison ont un mouvement progressif vers l'ouest, M. Hansteen, dans son excellent travail sur la position des pôles magnétiques, leur assigne un mouvement contraire, c'est-à-dire de l'ouest à l'est. Mais la méthode par laquelle il détermine la position des pôles magnétiques, ne me paraît pas toujours mériter la confiance qu'il lui donne. En effet, en adoptant avec

M. Hansteen deux pôles magnétiques, il est clair que dans la plupart des points du globe, l'aiguille ne sera tournée ni vers un des pôles, ni vers l'autre, mais qu'elle prendra une direction moyenne; il sera bien difficile alors de choisir entre les déclinaisons, celles dont les points de convergence indiquent exactement la position du pôle magnétique. En supposant que ce ne fût qu'un seul pôle qui agît sur l'aiguille, il serait impossible que la déclinaison, en s'avançant de l'ouest à l'est, fût d'abord occidentale, puis nulle, puis orientale, et tout cela sur des points très-rapprochés, comme on le trouve dans la Russie orientale européenne; ou même d'abord orientale, puis nulle et puis encore orientale, comme cela arrive près d'Irkoutzk. On ne peut donc faire usage, pour la détermination de la position du pôle magnétique, que des observations qui ont été faites très-près du pôle, comme celles qu'ont exécutées dernièrement les navigateurs anglais; mais ce voyage a été le premier qu'on ait entrepris dans ces régions, de sorte qu'il peut servir à déterminer la position, mais non le mouvement du pôle magnétique.

En général, il existe un trop grand nombre d'observations qui tendent à prouver que les actions magnétiques de la terre émanent de points très-rapprochés de son centre, pour qu'on puisse proprement parler de pôles magnétiques, c'est-à-dire de centres d'actions magnétiques rapprochés des pôles. Dans le voisinage des pôles où la force directrice de l'aiguille horizontale est si faible, une masse ferrugineuse déposée sur la surface de la terre, peut facilement agir avec plus

d'énergie sur l'aiguille de déclinaison, que la force magnétique terrestre proprement dite. Il me semble qu'après la découverte de M. Arago, il est bien plus naturel d'admettre que toute la masse de la terre est magnétique, et que la terre agit, à cet égard, à-peu-près comme un sphéroïde en fer doux, dont les actions magnétiques semblent également émaner du centre.

J'ai déjà fait voir que, dans un lieu donné, la déclinaison magnétique augmente à mesure que la ligne sans déclinaison s'en éloigne. Mais tandis que l'une de ces lignes s'éloigne, l'autre doit se rapprocher. La déclinaison augmentera donc seulement jusqu'à un certain point, et diminuera de nouveau, à mesure que l'autre ligne sans déclinaison s'approchera : la déclinaison atteindra son *maximum* lorsque la station se trouvera au milieu entre les deux lignes sans déclinaison. Ceci a lieu à Paris et à Londres, où la déclinaison occidentale a atteint son *maximum* il y a quelques années, et où l'aiguille rétrograde maintenant en vertu du rapprochement de la ligne sans déclinaison qui passe par la Russie. Il serait possible de tracer une ligne qui réunirait tous les points où la déclinaison occidentale est à son *maximum*. Cette ligne doit traverser la France occidentale; il y aurait un grand intérêt à faire des observations directes sur le cours de cette ligne.

Il existe encore un autre genre de phénomènes magnétiques qui mérite toute l'attention des physiciens. M. Arago nous a fait voir (*Annales*, décembre 1825) qu'outre les variations régulières de déclinaison que l'aiguille magnétique éprouve chaque jour, il existe

encore des variations subites et irrégulières qui semblent être liées aux apparitions des aurores boréales. Les observations suivantes sur la marche de l'aiguille horizontale à Kazan, nous feront voir que la cause qui produit ces anomalies s'étend extrêmement loin.

1825.

7 Octobre, 9 heures du matin, le pôle nord de l'aiguille marche brusquement vers l'ouest, de 7′ à peu près. Le même soir, aurore boréale à Leith.

13 Octobre, 10 heures du soir, l'aiguille fait des mouvemens irréguliers vers l'est.

25 Octobre, 9 heures du soir, même phénomène.

27 Octobre, 5 heures du soir, l'aiguille marche vers l'est, de 7′ à peu près.

3 Novembre, 8 heures du soir, mouvemens irréguliers vers l'est, de 5′ à peu près. Durée d'une oscillation horizontale 31″,2325 à 13°$\frac{1}{2}$ R. de température; les soirs précédens et suivans, cette durée était de 31″,2323 à 13° et de 31,2388 à 13°. — Aurore boréale à Leith, à 11 heures du soir. A Paris, l'aiguille s'était écartée de sa position ordinaire de 9′ vers l'orient.

4 Novembre, aurore boréale à Leith, très-vive, mais de courte durée. A Paris, l'aiguille fait des mouvemens très-irréguliers avant midi. A Kazan, on ne remarque rien, sinon que la durée d'une oscillation horizontale n'est pas, comme à l'ordinaire, plus grande le matin que le soir.

22 Novembre, à 8 h.$\frac{1}{2}$ du soir, l'aiguille marche vers l'est, de 9′. Durée d'une oscillation 31″,2101 à 12°$\frac{1}{2}$; le soir précédent 31,2318 à 13°$\frac{1}{2}$. Aurore bo-

réale à Leith ; mouvemens irréguliers de l'aiguille à Paris. Le lendemain, on vit encore à Paris comme à Kazan, des traces d'un mouvement irrégulier.

(Ici finit la liste des aurores boréales observées à Leith, que M. Arago nous a donnée dans le Mémoire cité).

24 Novembre, le soir, mouvement rapide vers l'ouest. Durée d'une oscillation 31″,1820 à 11° $\frac{1}{2}$ de température.

11 Décembre, 9 heures du soir, l'aiguille marche vers l'est, de 3′ à peu près. Durée d'une oscillation 31″2095 à 11°.

25 et 26 Décembre, 10 heures du soir, mouvement irrégulier vers l'est.

1826.

5 Janvier, 10 heures du soir, l'aiguille s'écarte considérablement (de 16′ à peu près) vers l'est. Aurore boréale visible à Koenigsberg en Prusse (indiquée dans les journaux).

13 Janvier, 9 heures du matin, l'aiguille s'écarte un peu vers l'est ; durée d'une oscillation 31″2275 à 13° ; le lendemain 31,2143 à 12°.

22 Janvier, 8 heures du soir, mouvement irrégulier vers l'est.

18 Août, 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir, le même phénomène.

2 Septembre, 8 heures du soir, écart irrégulier vers l'ouest.

14 Septembre, 5 heures du soir, l'aiguille marche vers l'est de 9′ à 10′. Durée d'une oscillation 31,2887 à 8° $\frac{1}{2}$; le 12 septembre, au soir, 31,2606 à 18° ; le 15 septembre, au soir, 31,2759 à 18° $\frac{1}{4}$. Ces mouvemens durèrent encore les 15 et 16.

25 Septembre, écart peu considérable vers l'ouest.

20 Octobre, mouvemens irréguliers.

25 Octobre, 7 heures du soir, l'aiguille s'écarte vers l'est.

7 Novembre, le soir, l'aiguille s'écarte de sa position ordinaire vers l'est. Durée d'une oscillation 31,2632 à 15°; le soir précédent, 31,2394 à 15°, et le soir suivant, 31,2547 à 18°.

16 Novembre, l'aiguille s'écarte un peu vers l'ouest.

20 Novembre, 6 heures du soir, l'aiguille s'écarte vers l'est. Durée d'une oscillation 31,2945 à 17° $\frac{1}{2}$; le 17 novembre, le soir, 31,2606 à 17°; le 21 novembre, le soir, 31,2515 à 16° $\frac{3}{4}$.

Ces observations nous font voir qu'il existe une liaison intime entre la cause de l'aurore boréale et celle des écarts irréguliers de l'aiguille horizontale. Cette cause doit s'étendre très-loin, puisque les aiguilles, à Paris et à Kazan, en sont également affectées.

J'ai souvent fait osciller l'aiguille pendant qu'elle s'écartait ainsi de sa position ordinaire, mais je n'ai pu remarquer aucune différence entre la durée d'une oscillation dans ce moment et dans tout autre, j'en excepterai quelques cas où l'écart était fort considérable, par exemple, le 14 septembre, le 7 et le 20 novembre 1826, et le 24 novembre 1825. (Voyez les observations ci-dessus, où j'ai aussi donné, pour terme de comparaison, la durée d'une oscillation du jour précédent et du jour suivant.) Il est sans doute bien remarquable que le 7 septembre, le 7 et le 20 novembre 1826, lorsque l'aiguille s'écartait vers l'est, la durée d'une oscillation

était plus grande qu'à l'ordinaire ; au lieu que le 24 novembre 1825, lorsque l'aiguille s'écartait vers l'ouest, elle était plus petite. Nous avons vu plus haut que l'inclinaison magnétique croît et diminue comme la durée des oscillations ; les observations que je viens de citer semblent donc prouver que l'inclinaison diminue lorsque l'aiguille s'écarte vers l'ouest, et qu'elle s'accroît lorsqu'elle marche vers l'est. Ne pourrait-on pas expliquer cela par une rétrogradation momentanée de la ligne sans déclinaison ? Effectivement, lorsque cette ligne avance un peu vers l'ouest, l'aiguille s'écarte (à Kazan et à Paris) vers l'est, et l'inclinaison doit augmenter en même temps, puisque la latitude magnétique s'accroît ; au lieu que si la ligne sans déclinaison rétrograde pour un moment vers l'est, l'aiguille, à Kazan, doit marcher vers l'ouest, et l'inclinaison doit diminuer, parce que la latitude magnétique de Kazan décroît.

Sur *la Composition de l'Apatite.*

Par G. Rose.

(Extrait.)

Les apatites analysées par Klaproth et par M. Vauquelin ont donné des résultats si semblables entr'eux et tellement d'accord avec la théorie des proportions définies, que M. Berzelius, en examinant les phosphates, n'a pas cru devoir répéter l'analyse de l'apatite,

et qu'il a considéré ce minéral comme un phosphate de chaux basique, dont la composition est $\dot{Ca}^3\,\dddot{P}^2$.

Plus tard, Woehler a montré que l'acide muriatique que Klaproth et Rose avaient trouvé dans quelques phosphates et arséniates de plomb, en était un élément constant, et que ces minéraux étaient composés de 1 atome de chlorure de plomb et de 3 atomes de sous-phosphate ou d'arséniate de plomb, et qu'ils pouvaient être représentés par l'expression :

$$Pb\,Ch^4 + 3\,\dot{Pb}^3 \left\{ \begin{array}{l} \dddot{P}^2 \\ \dddot{A}^2. \end{array} \right.$$

Depuis, ayant eu occasion de mesurer des cristaux de plomb arséniaté de Johann Georgenstadt, je fus frappé de la coïncidence de leurs angles avec ceux de l'apatite, et je soupçonnai que le plomb phosphaté et arséniaté (Grün-und Braunbleierz) était isomorphe avec ce minéral, qui, dans ce cas, devait aussi contenir de l'acide muriatique. C'est en effet ce que j'ai trouvé pour un grand nombre d'apatites que j'ai examinées, en les dissolvant dans l'acide nitrique et les essayant avec le nitrate d'argent ; mais la quantité d'acide muriatique a été très-variable, et j'ai reconnu qu'elles contenaient de l'acide fluorique, et en quantité d'autant plus grande qu'elles contenaient moins d'acide muriatique ; et par là il m'a paru vraisemblable que ces deux acides étaient isomorphes, et qu'ils se remplaçaient, comme l'acide arsénique et l'acide phosphorique, dans les plombs arséniatés et phosphatés.

Quoique j'aie analysé un très-grand nombre d'apatites, je n'en ai trouvé aucune qui ne contînt de l'acide fluorique. M. Berzelius dit que le fluate de potasse et celui de soude cristallisent en cubes et en octaèdres réguliers, comme les muriates des mêmes bases ; mais on n'a aucune preuve que ce fait soit décisif pour l'isomorphisme du chlore et du fluore, puisque les formes des systèmes réguliers appartiennent aux composés les plus différens. Le fluate de peroxide de mercure cristallisant, suivant M. Berzelius, en cristaux prismatiques, j'ai cherché à en comparer la forme à celle du perchlorure de mercure ; mais les cristaux que j'ai obtenus étaient trop petits et leurs faces trop peu éclatantes pour me permettre de les mesurer.

Néanmoins, si l'on se rappelle la grande ressemblance des combinaisons du chlore avec celles du fluore, il deviendra extrêmement vraisemblable que ces deux corps sont isomorphes. En admettant cette supposition, les apatites seraient composées de 1 atome de chlorure ou de fluorure de calcium, ou de 1 atome de leur mélange, avec 3 atomes de phosphate de chaux basique, et leur formule générale serait :

$$\left.\begin{matrix} Ca\,Ch^4 \\ Ca\,F^4 \end{matrix}\right\} + 3\,\ddot{C}a^3\,\dddot{\ddot{P}}^2.$$

Par conséquent, lorsqu'on connaîtra la proportion du chlore qu'il est toujours très-facile de déterminer avec exactitude, on pourra en conclure celle du fluore, qu'il est au contraire très-difficile de connaître par l'expérience, puisqu'elle doit en être le complément pour

former un atome. Cette règle s'est trouvée confirmée par les résultats d'un grand nombre d'analyses.

Les résultats qui suivent ont pour objet de faire connaître seulement la quantité de chlorure et de fluorure de calcium dans chaque apatite examinée : le complément à 100 sera la quantité de sous-phosphate de chaux. On a négligé le peu de fer et de manganèse que contiennent quelques espèces, comme étant tout-à-fait accidentel.

	Chlorure de calcium.	Fluorure de calcium.	Densité.
Apatite de Snarum en Norwège.	4,280	4,590	3,174
de Cabo de Gata en Espagne............	0,885	7,049	3,235
d'Arendal...........	0,801	7,010	3,194
de Greiner dans le Tyrol...............	0,150	7,690	3,175
de Faldigl dans le Tyrol...............	0,100	7,620	3,166
du Saint-Gothard.....	0, trac.	7,690	3,197
d'Ehrenfriedersdorf...	*id.*	7,690	3,211

Plomb vert.

Les cristaux de ce minéral qu'il a été possible de mesurer exactement ont la même forme que ceux de l'apatite. Un cristal de Johann Georgenstadt a donné, pour l'inclinaison de deux faces terminales opposées, 99°,2′ 30″; le plomb phosphaté brun de Bleistadt en Bohême 99°—23′. Il ne contenait point une quantité notable d'arsenic, et était essentiellement composé de

chlorure et de phosphate de plomb. Un autre phosphate brun de Mies en Bohême, qui paraissait semblable au précédent, a donné, pour le même angle, 98°,13′; mais, quoique l'image réfléchie par les faces du cristal ne fût pas très-nette, la différence est trop grande pour être attribuée à cette cause (1).

Néanmoins, en comparant ces angles à ceux analogues de l'apatite qui sont :

Pour l'apatite	d'Ehrenfriedersdorf...	99°,23′,
	du Saint-Gothard.....	99 ,26,
	de Cabo de Gata.....	99 ,32,

l'isomorphisme des deux minéraux paraîtra évident, et on pourra représenter leur composition par une formule analogue. Leur différence consiste en ce que dans l'apatite c'est la chaux qui sert de base, et que dans le plomb vert c'est l'oxide de plomb. Le fluore manque aussi dans le plomb vert, et réciproquement l'acide arsénique ne se trouve point dans l'apatite. On saura plus tard si cette différence est accidentelle ou constitutive; mais il ne serait point étonnant que l'on trouvât des apatites qui continssent du plomb et de l'arsenic, et des plombs verts qui continssent du fluore et de la chaux. Au reste, ce n'est pas la première preuve de l'isomorphisme de la chaux et de l'oxide de plomb que

(1) Le plomb vert de Zschopau ne contient point d'acide arsénique; il a pour densité 7,054; le phosphate blanc du même endroit en contient 2,30 pour cent, et a pour densité 7,084. Le plomb vert de Johann Georgenstadt contient 21,20 d'acide arsénique, et sa densité est 7,263.



nous offrent l'apatite et l'oxide de plomb vert. Déjà Mitscherlich l'avait conjecturé, puisqu'il a montré que les carbonates et les sulfates neutres anhydres des terres et des oxides métalliques se divisent en deux groupes d'après leur forme. A l'un de ces groupes, parmi les carbonates, appartiennent la chaux carbonatée, la chaux carbonatée magnésifère, la chaux carbonatée manganésifère, le manganèse oxidé silicifère; et à l'autre groupe, le plomb, la baryte et la strontiane carbonatés. Parmi les sulfates, la chaux sulfatée anhydre appartient au premier groupe (on ne connaît pas les autres sulfates anhydres de ce groupe), et au second, le plomb, la baryte et la strontiane sulfatés. Ces deux groupes, dans les carbonates, sont liés par une substance, la chaux, qui appartient au premier groupe comme spath calcaire, et au second comme arragonite; et par là seraient terminées les longues discussions sur la cause de la différence de forme entre ces deux minéraux. Cette explication pouvait paraître douteuse à l'époque où l'arragonite et le plomb carbonaté offraient le seul exemple de l'isomorphie de la chaux et de l'oxide de plomb; mais depuis, Heeren a montré que les hypo-sulfates de chaux et de plomb sont isomorphes; Lévy, que les tungstates des mêmes bases le sont aussi, et enfin l'apatite et le plomb vert offrent un nouvel exemple de l'isomorphie de la chaux et de l'oxide de plomb.

Il résulte de plus des recherches précédentes, que le chlore et le fluore sont isomorphes. La ressemblance des combinaisons analogues de ces deux corps pouvait le faire conjecturer, et l'observation de M. Berzelius que les fluorures de potassium et de sodium cristallisent



comme les chlorures analogues, le rendait plus vraisemblable encore; mais il était nécessaire, pour lever toute espèce de doute, d'observer des cristaux n'appartenant pas à des systèmes réguliers.

Il est à remarquer que les apatites qui contiennent le plus de fluore, comme celles du Saint-Gothard et d'Ehrenfridersdorf, présentent les formes les plus compliquées. Est-ce que la phosphorescence dans les apatites aurait quelque rapport avec la proportion du fluore? Suivant Haüy, on ne la rencontre que dans les apatites terminées par un plan perpendiculaire à l'axe, et non dans les autres, comme celles d'Espagne.

(*Annalen der Physik und Chemy*, 1827.)

Sur *la Composition des Minerais de fer en grains.*

Par Mr P. Berthier.

Il existe des minerais de fer en grains dans plusieurs formations, mais principalement dans une formation plus nouvelle que la craie et dans le calcaire oolitique.

Dans la formation la plus moderne, les minerais en grains alternent avec des argiles, des sables quarzeux et des grès; ils sont rarement associés à des pierres calcaires : on en voit cependant quelques exemples. Le plus souvent les grains de minerai ne sont pas agglomérés entr'eux, et ils deviennent libres quand on délaie dans l'eau l'argile sableuse qui les enveloppe; mais quelquefois ils sont fortement agglutinés par une pâte ferrugineuse, dont la composition diffère peu de celle

des grains eux-mêmes. Cette formation est stratifiée en bancs horizontaux, et elle remplit les dépressions et les crevasses du sol sur lequel elle repose.

Dans la formation oolitique, les minerais en grains sont stratifiés avec des argiles et avec des bancs de pierres calcaires. C'est ainsi qu'il en existe à Villebois (département de l'Ain), dans les montagnes du Jura; à Couches, près le Creusot (département de Saône-et-Loire); dans le département de l'Aveyron; à Hayanges (département de la Moselle), etc. Les grains sont tantôt disséminés dans une pâte calcaire, ordinairement un peu argileuse et sans se toucher les uns les autres, et tantôt ils sont tellement rapprochés qu'ils sont comme juxtaposés; alors ils ont pour gangue une argile très-ferrugineuse. Les gîtes de minerais de fer forment dans le calcaire oolitique des bancs souvent fort puissans et toujours très-étendus; mais ces bancs sont d'une richesse très-inégale dans leurs diverses parties, et ils présentent quelquefois des particularités que nous ferons connaître.

Les principes essentiels des minerais en grains sont l'hydrate de peroxide ou le peroxide sans eau, et très-souvent ces deux substances ensemble; mais l'oxide, non plus que l'hydrate, n'y est jamais pur; il y a habituellement mélange d'argile et de sable quarzeux. Les argiles sont, comme on sait, des composés en proportions diverses, mais déterminées, de silice et d'alumine : selon qu'il se trouve de la silice et de l'alumine dans telles ou telles quantités relatives dans les minerais, ceux-ci sont plus ou moins fusibles : les plus fusibles sont ceux qui renferment le plus de silice, pourvu toute-

fois, qu'ils contiennent en même temps une quantité notable d'alumine. Il existe quelques minerais dans lesquels cette terre manque absolument ; mais alors ils perdent la texture oolitique, et ils constituent des bancs compactes et continus ; ce sont des mélanges intimes d'hydrate de fer et de quarz hyalin.

Les minerais de fer en grains renferment quelquefois de l'hydrate d'alumine pur. J'en ai trouvé deux exemples, l'un dans le minerai rapporté par M. Mollien, de la province du *Fouta-Diallon* en Afrique ; l'autre dans un minerai des Beaux, près d'Arles : ces minerais ne contiennent pas du tout de silice. Mais on rencontre plus souvent des minerais très-alumineux qui paraissent contenir à la fois de l'argile et de l'hydrate d'alumine. Les minerais de la Champagne et d'une partie de la Bourgogne sont dans ce cas : aussi, pour les fondre, est-on obligé d'y ajouter, outre la castine, ce qu'on appelle de l'*herbue*, substance qui n'est autre chose que du quarz grossier. Par exemple, j'ai trouvé le minerai de Mont-Girard, près Saint-Dizier, que l'on traite dans le haut-fourneau de Bienville, composé de

Peroxide de fer...	0,690 ;
Silice et sable....	0,072 ;
Alumine.........	0,070 ;
Eau..............	0,160.
	0,992.

Pour en faire l'essai, il faut y ajouter environ 0,18 de silice et 0,25 de carbonate de chaux, et alors il fond très-bien, et il donne 0,478 de fonte de bonne qualité.

Quand on traite ce minéral par l'acide muriatique, la

plus grande partie de l'alumine se dissout ; c'est là ce qui me porte à croire que cette terre s'y trouve principalement à l'état d'hydrate ; car, parmi les argiles qui sont connues, les plus alumineuses ne cèdent que la moitié tout au plus de l'alumine qu'elles contiennent aux acides autres que l'acide sulfurique concentré et bouillant. La proportion d'eau s'accorde d'ailleurs avec cette supposition ; car l'hydrate de fer et la plupart des argiles n'en renferment que 0,13 à 0,14, tandis que le minerai en donne au moins 0,16.

Il est connu depuis long-temps que les minerais de fer en grains sont presque toujours mêlés de peroxide et d'hydrate de deutoxide de manganèse, et que ces substances s'y trouvent même souvent en très-grande proportion. Ils contiennent aussi très-fréquemment de l'acide phosphorique, surtout ceux qui proviennent des terreins calcaires, et qui, à cause de cela, donnent ordinairement du fer cassant à froid. Il paraît que cet acide y existe combiné, tantôt avec l'oxide de fer et tantôt avec de la chaux.

Outre les substances que je viens d'indiquer, j'ai à en faire connaître d'autres que j'ai rencontrées récemment dans plusieurs minerais en grains.

J'ai remarqué que, dans plusieurs de ces minerais provenant des départemens de la Champagne, de la Bourgogne et de la Lorraine, il y a des grains qui agissent sensiblement sur le barreau aimanté, et que l'on peut même enlever par ce moyen. Dans la plupart des minerais il n'y en a que très peu, souvent moins de $\frac{1}{1000}$; mais dans quelques-uns, tels que ceux de Narcy, près Saint-Dizier, et de Aumetz, département de la

Moselle, il s'en trouve près de 10 pour $\frac{0}{0}$. Les grains magnétiques ne diffèrent en rien de ceux qu'ils accompagnent par leur aspect, leur forme ou leur grosseur; mais j'ai reconnu qu'ils contiennent en mélange intime un composé de silice, d'alumine et de protoxide de fer, auquel ils doivent leur vertu magnétique. Ce composé est analogue à l'espèce que j'ai nommée *chamoisite*, mais non pas identique.

Voici comment j'ai procédé à l'analyse, et quels sont les résultats que j'ai obtenus :

J'ai traité la matière porphyrisée par l'acide muriatique concentré parfaitement pur : elle s'est facilement attaquée, et quand elle a été complètement décolorée, j'ai étendu la liqueur de beaucoup d'eau bouillie, et j'ai introduit peu à peu dans la dissolution du sous-carbonate de soude jusqu'à commencement de précipité rouge; j'ai laissé le dépôt se former spontanément, et j'ai filtré quand la liqueur s'est trouvée complètement décolorée. Le précipité contenait tout le peroxide de fer et une petite quantité d'alumine. Pour doser le protoxide de fer qui restait tout entier dans la dissolution, j'ai fait bouillir celle-ci avec de l'acide nitrique pour suroxider le fer, et j'ai précipité le peroxide qui s'est formé et le reste de l'alumine par le moyen de l'ammoniaque. La partie du minerai insoluble dans l'acide muriatique était blanche et semi-gélatineuse; elle se composait en général d'un mélange d'argile, de grains de quarz et de silice en gelée provenant du silicate magnétique. Pour déterminer la proportion de la silice, j'ai calciné le résidu, je l'ai pesé, je l'ai fait bouillir avec une dissolution de potasse caustique, qui

a dissous toute la silice sans attaquer le quarz et l'argile, j'ai lavé, calciné de nouveau, et j'ai eu la proportion de la silice par différence de poids.

Il m'est arrivé souvent de ne trouver que très-peu de protoxide de fer, ou même de n'en pas trouver du tout, dans des grains très-fortement magnétiques ; mais alors la présence de la silice gélatineuse dans la partie insoluble dans les acides a toujours démontré l'existence de l'alumino-silicate de fer. J'ai remarqué que ces grains perdent leur vertu magnétique par la calcination en vase clos, tandis que ceux qui donnent du protoxide de fer avec l'acide muriatique agissent à peu près aussi fortement sur le barreau après qu'ils ont été calcinés, que dans leur état naturel. Je me suis facilement rendu compte de ces anomalies en observant que les minerais qui donnent de pareils résultats contiennent toujours une quantité très-notable de manganèse : en effet, ce métal s'y trouvant soit à l'état d'hydrate de deutoxide, soit à l'état de peroxide, doit abandonner une certaine portion d'oxigène lorsqu'on le traite par l'acide muriatique ou lorsqu'on le calcine, pour revenir à l'état de protoxide dans le premier cas, et à l'état d'oxide rouge dans le second : or, dans ces deux circonstanes, l'oxigène dégagé doit se porter sur le protoxide de fer qui en est très-avide, et le convertir en oxide rouge. La propriété magnétique du minerai doit donc être détruite par l'effet de cette conversion, puisque l'oxide rouge de fer ne jouit pas de cette propriété.

Quand il y a du manganèse dans les grains magnétiques, on ne peut pas déterminer d'une manière exacte la proportion de protoxide de fer qu'ils contiennent,

parce qu'il faudrait savoir pour cela précisément à quel degré d'oxidation le manganèse s'y trouve, ce qui est à peu près impossible ; mais cela importe peu pour le résultat général.

J'ai analysé deux minerais en grains magnétiques absolument exempts de manganèse, l'un venant de Châtillon, département de la Côte-d'Or, et l'autre de Narcy, près Saint-Dizier, département de la Marne. Ils contiennent :

	Celui de Châtillon.	Celui de Narcy.
Protoxide de fer...	0,153	0,157
Silice gélatineuse..	0,020	0,046
Alumine.........	0,070	0,050
Argile et quarz...	0,020	0,024
Peroxide de fer..	0,673	0,700
Eau............	0,064	0,016
	1,000	0,993
Fonte à l'essai...	0,604	0,590 à 0,600.

Les grains magnétiques de Châtillon sont de diverses grosseurs, mais la plupart très-petits : on ne les trouve qu'en petit nombre dans le minerai. Ils fondent bien avec addition de 0,03 de carbonate de chaux : il ne se dégage, dans l'essai par voie sèche, que 225 d'oxigène pour 604 de fonte, ce qui confirme le résultat de l'analyse par voie humide, puisque si le fer se fût trouvé tout entier à l'état de peroxide, le dégagement d'oxigène aurait été de près de 0,250.

Les grains magnétiques de Narcy sont très-petits et de forme un peu aplatie ; le minerai dans lequel on les trouve en renferme près de $\frac{1}{10}$. de son poids. Ces grains fondent bien avec addition de 0,04 de carbonate de chaux, et il ne se dégage, dans l'essai, que 0,23 à 0,24 d'oxigène.

Les grains magnétiques qui proviennent des mines de Stigny, d'Irouer et de Gland, près Ancy-le-Franc, département de l'Yonne, et ceux que l'on peut recueillir dans les mines de Pierre-Viller, près Moyeuvre, département de la Moselle, ne donnent pas de protoxide de fer quand on les traite par l'acide muriatique, et ils perdent leur vertu magnétique lorsqu'on les calcine; aussi y trouve-t-on par l'analyse 0,04 à 0,05 d'oxide de manganèse ; mais ils produisent tous de la silice gélatineuse, soluble dans les alcalis liquides, dans des proportions qui varient, comme dans les minerais de Châtillon et de Narcy, entre 0,02 et 0,05.

Le minerai de Gland m'a présenté en outre une particularité intéressante. Les grains ont la grosseur du petit plomb de chasse : lorsqu'on les fait digérer, sans les concasser, dans de l'acide muriatique concentré à une douce chaleur, ils se décolorent complètement en vingt-quatre heures sans perdre leur forme; et l'on voit au milieu de la matière terreuse qui reste non dissoute, une multitude de grains métalliques noirs et très-éclatans. Quoique ces grains soient extrêmement petits, on peut cependant aisément reconnaître, à l'aide d'une forte loupe, qu'ils sont cristallisés, et que leur forme est celle d'un octaèdre régulier tronqué sur tous ses sommets : ils sont très-magnétiques, et l'on peut aisément les extraire de la matière terreuse par le moyen du barreau aimanté. Leur poids s'élève au plus à $\frac{1}{109}$ du poids de la matière traitée par l'acide muriatique. J'ai reconnu, par des essais au chalumeau, qu'ils se composent d'oxide de fer contenant un peu de titane et de manganèse : ils appartiennent donc à l'espèce

fer titané, contenant la proportion *minimum* de titane.

J'avais depuis long-temps observé, en faisant des essais des minerais de fer en grains, que les scories présentaient souvent à leur surface l'enduit métallique rouge de cuivre, qui est l'indice certain de la présence du titane : ce phénomène se trouve maintenant expliqué. On voit aussi d'où vient le titane métallique que l'on rencontre de temps à autre dans le creuset de plusieurs hauts-fourneaux qui ne sont alimentés ni par la houille ni par les minerais de fer des houillères, à Hayanges par exemple.

Le fer titané n'existe qu'en très-petite quantité dans les minerais de fer en grains : il y est disséminé d'une manière tout-à-fait irrégulière ; aussi ne le trouve-t-on pas dans tous par l'analyse. Le minerai de Châtillon m'en a donné une quantité notable, mais non pas autant que le minerai de Gland : je n'ai malheureusement pu disposer que de quelques grammes de ce dernier.

Les minerais de fer en grains qui ont leur gisement dans le calcaire oolitique sont aussi parfois magnétiques. J'ai examiné celui de Hayanges, qui m'a présenté des mélanges remarquables.

On exploite à Hayanges une couche horizontale bien réglée, qui a 3 à 4 mètres de puissance. Elle fournit trois sortes de minerai, 1° du minerai brun, 2° du minerai bleu, et 3° du minerai gris ; celui-ci est le plus abondant. Le minerai brun n'est autre chose que de l'hydrate de fer à très-petits grains empâtés par une argile ferrugineuse et souvent calcaire ; il n'est pas magnétique. Le minerai bleu est ainsi dénommé, parce qu'il

a une couleur gris-bleuâtre au moment où il sort de
mine, mais sa teinte bleue s'affaiblit promptement
l'air, et elle passe au gris foncé olivâtre : ce minei
est très-fortement magnétique dans toutes ses partie
sa structure est confusément oolitique à très-pet
grains. Le minerai gris est un mélange visible à l'o
des deux espèces précédentes ; on y distingue les grai
d'hydrate, dont la couleur jaune-brun tranche fort
ment avec celle de la pâte qui est gris-bleuâtre. Il a
d'autant plus fortement sur le barreau aimanté que
pâte est plus abondante et que la couleur de celle-ci
plus foncée. Ces trois variétés se trouvent répandu
irrégulièrement en amas dans la couche métallifère,
elles passent de l'une à l'autre par nuances.

Au premier aspect, le minerai bleu paraît êt
homogène ; il ne l'est cependant pas : il se con
pose de trois espèces minérales qui sont mêlées e
semble d'une manière indiscernable à l'œil, et q
les moyens chimiques seuls peuvent faire recon
naître. Ce minerai fait ordinairement une efferve
cence très-sensible avec l'acide acétique, même
froid ; mais quelquefois il n'en fait pas du tout : ce
prouve que le plus souvent il contient du carbonate
chaux, et qu'il en est quelquefois absolument exemp
Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique à froid,
se fait toujours une effervescence lente qui est due à u
dégagement de gaz acide carbonique ; quand on chauffe
l'effervescence devient très-vive, et l'on remarque qu
la liqueur prend presqu'aussitôt une teinte verte, qu'el
paraît devoir à une substance de même couleur qu'el
tient en suspension ; à mesure que cette substan

se dissout, la couleur de la liqueur s'affaiblit et passe au jaune clair; en même temps la matière non encore dissoute devient presque blanche, et elle achève de se dissoudre en produisant jusqu'à la fin une effervescence vive. Cette matière a d'ailleurs tous les caractères du fer carbonaté, et l'analyse prouve que telle est effectivement sa nature.

La dissolution ne contient que du protoxide de fer, de la chaux et de l'alumine, et la seule matière insoluble qui reste après l'action prolongée de l'acide est de la silice à l'état gélatineux, et provenant par conséquent d'une combinaison détruite par l'acide. Cette combinaison est évidemment celle qui colore le minerai en bleu-verdâtre et qui lui donne la vertu magnétique, et elle se compose, comme la *chamoisite* et comme la substance magnétique qui se trouve dans les minerais de Châtillon, Narcy, etc., de silice, d'alumine, de protoxide de fer et d'une petite quantité d'eau.

L'échantillon que j'ai analysé m'a donné :

Protoxide de fer.......	0,610;
Chaux................	0,062;
Acide carbonique.......	0,203;
Silice gélatineuse.......	0,060;
Alumine..............	0,038;
Eau..................	0,025,
Magnésie, manganèse...	......
	0,998.

Si l'on calcule la quantité d'acide carbonique qui est nécessaire pour saturer la chaux, puis la quantité de

protoxide de fer avec laquelle le reste de l'acide carbonique doit se trouver combiné, on trouve que le minéral est composé de :

Carbonate de chaux...	0,110	
Carbonate de fer.....	0,403	
Protoxide de fer.....	0,362	} 0,485.
Silice...............	0,060	
Alumine............	0,038	
Eau................	0,025	
	0,998.	

D'après cela, la substance magnétique entre pour 0,485 dans le minéral, et elle se compose de :

		Oxigène.
Protoxide de fer...	0,747	0,1700 ;
Silice.............	0,124	0,0645 ;
Alumine..........	0,078	0,0365 ;
Eau...............	0,051	0,0450.
	1,000.	

Les quantités d'oxigène contenues dans chacun des élémens sont entr'elles à peu près comme les nombres 5, 2, 1 et 1 (en admettant 0,01 d'eau hygrométrique), et ces rapports conduisent aux formules AS^2f^5Aq et $fA + 2f^3S + Aq$. La substance bleue de Hayanges se rapproche beaucoup de la chamoisite ; elle en diffère en ce qu'elle renferme plus de fer que celle-ci dans le rapport de 5 à 4, et moins d'eau dans le rapport de 1 à 4 (la formule de la chamoisite étant

$AS^2 f^4 Aq^4$). Le minéral de Hayanges est beaucoup plus fortement magnétique que la chamoisite : cela dépend évidemment de ce que le protoxide de fer s'y trouve combiné avec une proportion moindre d'élémens négatifs, la silice, l'alumine et l'eau, que dans cette dernière.

J'ai examiné un échantillon de minerai gris de Hayanges, et j'y ai trouvé de l'hydrate de peroxide, du carbonate et de l'alumino-silicate de protoxide de fer, sans mélange de carbonate de chaux.

Il est assez singulier que, dans les minerais d'Hayanges, le carbonate de fer soit absolument pur, tandis que dans toutes les autres formations il se trouve toujours combiné avec des proportions diverses de carbonates de magnésie, de chaux et de manganèse.

Il résulte de ce qui vient d'être exposé que les minerais de fer en grains, dont les principes essentiels sont le peroxide et d'hydrate de peroxide de fer, admettent un assez grand nombre de substances en mélange intime ou en mélange mécanique. Les substances qui s'y trouvent le plus habituellement, et qui avaient été anciennement observées, sont les argiles, le sable quarzeux, le peroxide et l'hydrate de deutoxide de manganèse, le phosphate de fer et le phosphate de chaux. J'ai fait voir, il y a quelques années, qu'ils contiennent quelquefois de l'hydrate d'alumine, et je viens de montrer qu'on y rencontre fréquemment des alumino-silicates de fer magnétiques, et parfois du fer carbonaté oolitique et du fer titané en très-petits grains cristallisés. Je pourrais encore faire men-

tion de la calamine; car il est certain que dans plusieurs fourneaux qui ne sont alimentés que par des minerais en grains, il se forme de temps à autre de la cadmie zincifère; mais je dois dire aussi que la quantité en est très-petite. Il existe des minerais de fer chargés de calamine, mais ils sont d'une toute autre formation que les minerais en grains.

Sur *une Production de salpêtre dans une circonstance particulière.*

Par M. Henri Braconnot.

La formation du salpêtre est encore enveloppée d'une si profonde obscurité que les moindres faits qui s'y rattachent ne doivent point être négligés. Je vais en citer un qui m'a été rappelé en lisant la *Théorie nouvelle de la Nitrification* de M. Lonchamp. M'étant chargé, en 1811, de diriger les travaux chimiques d'une manufacture de sucre de betterave, je crus devoir examiner les diverses parties de cette plante précieuse; et comme j'avais déjà signalé dans la famille des arroches ou des chenopodées une énorme quantité de potasse, unie aux acides oxalique et malique, je devais m'attendre à retrouver ces combinaisons dans la betterave, surtout dans ses tiges et ses feuilles, lesquelles fournissent en effet, après leur combustion, une cendre si riche en alcali, qu'elle se fond aisément à la chaleur et

surpasse en qualité plusieurs potasses du commerce. On sait que la betterave qui a crû dans un sol trop fumé contient beaucoup de nitre ; mais dans des terres maigres et sablonneuses elle n'en contient pas sensiblement, c'est du moins ce que j'ai observé dans ses feuilles ; celles-ci avaient été liées en botte et suspendues à des ficelles pour les dessécher dans un lieu médiocrement éclairé, chaud et un peu humide. Les ayant examinées au bout de plusieurs mois, je vis avec surprise les pétioles de ces feuilles entièrement pénétrées et couvertes d'une multitude innombrable de petits cristaux de salpêtre. Il est évident que l'acide nitrique avait remplacé les acides oxalique et malique qui avaient entièrement disparu. Cet acide a-t-il été formé sous l'influence de la matière animalisée naturellement contenue dans les pétioles de la betterave ? Ou bien, d'après la nouvelle théorie de la nitrification proposée par M. Longchamp, a-t-il été produit exclusivement par les élémens de l'atmosphère ? J'avoue que j'ai bien de la peine à adopter cette seconde supposition. S'il en était ainsi, des linges imprégnés d'oxalate et de malate de potasse, placés dans les mêmes circonstances que les feuilles de betterave, devraient se couvrir d'une efflorescence abondante de nitrate de potasse. Je n'ai point fait cette expérience. Quoi qu'il en soit, la production d'une aussi grande quantité de salpêtre dans les pétioles de la betterave, et qui les faisaient brûler rapidement comme une mèche d'artifice à l'approche d'un corps en ignition, parut si remarquable à M. Mathieu de Dombasle que nous résolûmes aussitôt d'établir une nitrière artificielle avec les résidus provenant de la fabri-

cation du sucre de betterave ; mais il faut convenir que nos essais n'ont point eu le succès que nous en attendions.

Sur *une Altération du blé abandonné dans un réservoir souterrain.*

Par Mr Henri Braconnot.

Un particulier de Denenvre, département de la Meurthe, en creusant sur l'emplacement de l'ancienne citadelle de cette ville, pour faire une cave, trouva une très-grande quantité de blé qui paraissait charbonné. M. Guibal de Lunéville, en m'envoyant un échantillon de ce blé pour l'examiner, n'a pu me donner de renseignement exact sur la cavité qui le renfermait. Ce grain était lisse à l'extérieur et avait parfaitement conservé sa forme ; mais sa couleur noire et son aspect charbonneux annonçaient l'entière destruction de ses principes immédiats. Il surnageait sur l'eau et ne tombait au fond de ce liquide qu'après quelque temps de contact. Il était si fragile qu'il se laissait écraser entre les doigts en une poudre d'un noir aussi foncé que du noir de fumée, et en le frottant sur du papier, on pouvait tracer des caractères et former des dessins à peu près comme avec le crayon noir des dessinateurs.

10 grammes de ce blé réduit en poudre, mis en ébullition avec de l'eau, lui ont communiqué une légère couleur ambrée ; la liqueur, évaporée à siccité, a laissé 0,15 gram. d'une matière saline, dont une portion s'est

dissoute dans l'alcool concentré. Elle était déliquescente et a vivement détoné sur un charbon incandescent. Une autre portion, dissoute dans l'eau, était abondamment précipitée par le nitrate d'argent et par le carbonate d'ammoniaque : c'était du muriate et du nitrate de chaux. La portion de matière saline sur laquelle l'alcool n'avait point d'action, ayant été redissoute dans l'eau, a fourni par l'évaporation spontanée, 1° quelques petites aiguilles de nitrate de potasse qui fusaient rapidement sur un charbon ardent ; 2° un sel cubique plus abondant, qui était précipité par le nitrate d'argent et par l'hydro-chlorate de platine, et avait toutes les propriétés du muriate de potasse ; 3° un sédiment peu soluble dans l'eau qui m'a paru être du sulfate de chaux. Les 10 grammes de ce blé sur lesquels l'eau n'avait plus d'action, traités par l'alcool bouillant, ont donné une liqueur à peine colorée, laquelle, évaporée à siccité, a laissé une très-petite quantité d'une matière grasse brunâtre, qui avait la consistance de la cire. Ainsi épuisé par l'eau et par l'alcool, ce blé a été mis en ébullition à plusieurs reprises avec une légère dissolution de potasse : on a obtenu une liqueur très-colorée de laquelle les acides ont séparé une matière d'un brun foncé, qui saturait entièrement les alcalis et était analogue à l'ulmine. Il est resté 7,2 gram. d'un résidu insoluble dans la potasse ; mais après avoir été mis en contact avec l'acide hydro-chlorique affaibli qui lui a enlevé de la chaux, de l'oxide de fer et du phosphate de chaux, ce résidu a acquis la propriété de passer en grande partie dans la potasse étendue d'eau ; d'où il résulte qu'une portion d'ulmine était unie à la chaux

et formait avec elle une combinaison insoluble dans les alcalis. Au reste, cette matière, que je compare à l'ulmine, contenait de l'azote et même du soufre. Il est resté 3 grammes d'une matière carbonacée très-noire sur laquelle les alcalis n'avaient plus d'action; elle brûlait sans flamme, mais ne croquait point sous la dent comme le charbon. L'acide sulfurique concentré a paru avoir sur cette matière peu d'action à froid; mais l'acide nitrique l'a dissoute, surtout à l'aide d'une douce chaleur; de l'eau, mélangée à cette liqueur brune, y a formé un précipité qui avait une couleur de chocolat. Bien lavé, il était insipide, se dissolvait entièrement et avec une extrême facilité dans les alcalis dont il saturait les propriétés, et d'où il était précipité par les acides. Il paraît donc que l'acide nitrique fait éprouver à cette matière carbonacée une altération qui la rapproche de l'ulmine.

Vingt grammes du blé qui fait l'objet de cet examen, chauffés au rouge dans une cornue, ont donné un léger produit qui a rappelé au bleu le papier rougi par le tournesol, et il est resté 10 grammes d'un charbon qui s'est enflammé spontanément à la manière du phosphore. Exposé au feu, il a répandu, jusqu'à la fin de son incinération, une odeur prononcée d'ammoniaque, surtout par le contact de l'air humide, et il est resté une cendre rougeâtre qui contenait du muriate et du sulfate de potasse, très-peu de carbonate de potasse, du phosphate et du sulfate de chaux, et une quantité assez notable de carbonate de chaux et d'oxide de fer. Il résulte de l'examen de ce blé qu'il est composé de :

Ulmine	26,5 ;
Ulmate de chaux contenant du phosphate de chaux et de l'oxide de fer environ	42,0 ;
Matière carbonacée	30,0 ;
Muriate de potasse. Muriate de chaux. Nitrate de potasse. Nitrate de chaux.	1,5 ;
Matière grasse ayant la consistance de la cire, quantité indéterminée	»
	1,00.

Quoique l'époque à laquelle ce blé a été emmagasiné dans la terre paraisse fort éloignée, il me semble que la première cause de son altération est due à l'humidité. Ne pourrait-on pas en dire autant de l'orge trouvée dernièrement dans un tombeau égyptien? Il est vrai que MM. Julia Fontenelle et Raspail, qui ont examiné ce grain, assurent qu'il avait été préalablement torréfié. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on a trouvé, dans notre département, à Scarpone (1), du blé conservé en bon état, depuis plus de dix-huit siècles, dans un réservoir de mortier romain.

Quant au blé carbonisé de Deneuvre, on a pensé avec raison que le meilleur parti qu'on pouvait en tirer était de le faire servir comme engrais. Il renferme en effet les élémens du meilleur terreau dans lequel j'ai reconnu, il y a long-temps, la présence de l'ulmine, ses propriétés acides, ainsi que son influence sur la

(1) Ancienne station militaire des Romains.

végétation. J'ajouterai aussi que la terre de Bruyères, d'une excellente qualité, m'a offert un mélange d'un quart d'une matière combustible formée d'ulmine et d'une matière carbonacée peu soluble dans la potasse, analogue à celle dont nous avons parlé ci-dessus, et de $\frac{3}{4}$ de sable quarzeux très-pur, et dont les grains, transparens et incolores, ne contenaient aucune trace de calcaire. La matière combustible n'en contenait point non plus, ce qui paraîtra sans doute remarquable, surtout lorsqu'on fera attention que la terre de Bruyères convient tellement à tous les végétaux, que sa rareté dans un pays est un véritable obstacle à la culture de beaucoup de plantes étrangères.

Nancy, le 29 juin 1827.

SUR *le Sulfo-Cyanure de potassium dans la salive de l'homme.*

Par MM. F. TIEDEMANN et L. GMELIN.

EN faisant évaporer la salive d'un jeune homme, sécrétée pendant qu'il fumait, on a obtenu 1,14 pour cent de résidu qui a été traité à chaud par l'alcool. Après le refroidissement, pendant lequel il s'est déposé une matière d'un brun pâle, l'alcool a été évaporé et a laissé un résidu qu'on a traité par l'eau. De gros flocons d'un blanc brunâtre se sont séparés, et l'eau contenait du sulfo-cyanure de potassium. Elle rougissait la teinture de tournesol (ce qui était dû à une altération de la salive pendant l'évaporation), faisait effervescence à froid avec l'acide nitrique, ne précipitait

point avec le chlore, l'acide hydro-chlorique, l'alun, le perchlorure de mercure et la potasse, mais bien avec le chlorure d'étain, l'acétate de plomb, le sulfate de cuivre, le nitrate protoxidé de mercure, le nitrate d'argent, la teinture de noix de galle, et donnait avec le perchlorure de fer, sans précipitation, une couleur d'un rouge de sang foncé.

Cette coloration, que Treviranus avait déjà observée, ne peut être due qu'à l'acide sulfo-cyanique; car la salive, distillée avec de l'acide phosphorique, a donné un produit limpide qui n'avait pas d'odeur d'acide, quoiqu'il rougît sensiblement le tournesol, et qui a donné avec le perchlorure de fer une couleur rouge très-foncée. Ce même produit a précipité abondamment en blanc les nitrates d'argent et de mercure, et après avoir été chauffé avec du chlorate de potasse et de l'acide hydro-chlorique, il a donné du sulfate de baryte avec le chlorure de barium. Enfin, avec les sulfates de fer et de cuivre on a obtenu un précipité blanc, pulvérulent, qui, bien lavé, a communiqué à la potasse la propriété de rougir le perchlorure de fer. On prouve facilement, par l'examen des cendres de la salive, que c'est à la potasse que se trouve combiné l'acide sulfo-cyanique. La partie soluble de ces cendres est formée de beaucoup de carbonate de potasse, de phosphate de potasse et de chlorure de potassium, et d'une petite quantité de sulfate de potasse : la partie insoluble était du phosphate de chaux avec un peu de carbonate de chaux et de magnésie.

On a aussi trouvé l'acide sulfo-cyanique dans la salive d'un autre jeune homme, sécrétée sans fumer.

MM. T. et G. ont trouvé à l'urine la propriété de rougir le perchlorure de fer; mais comme, par la distillation de plusieurs liquides animaux (par exemple, des matières contenues dans l'estomac du bœuf), on obtient un liquide qui rougit avec l'acide hydro-chlorique seul, on ne peut tirer de ce fait aucune conséquence positive.

La salive du chien et celle du mouton ont aussi été examinées; voici les résultats que les trois ont fournis :

La salive de l'homme ne contient en parties solides que de 1 à 2,5 pour cent; celle du chien en contient comparativement davantage. Elles consistent, 1° en principe de la salive (*Speichelstoff*); 2° en osmazome; 3° en matière muqueuse qui paraît dissoute à la faveur du carbonate de potasse; 4° probablement en un peu d'albumine; 5° chez l'homme, en une matière grasse contenant du phosphore; 6° en sels solubles qui sont *a*) l'acétate de potasse, dont la présence ne peut cependant être démontrée directement, mais seulement par l'incinération; *b*) du carbonate de potasse qui, chez le mouton, permet à la salive de faire effervescence avec les acides; il est probablement à l'état de bi-carbonate; c'est dans la salive du mouton qu'il est en plus grande quantité; vient ensuite celle du chien, et enfin celle de l'homme qui en contient le moins; *c*) du phosphate de potasse, en plus grande quantité dans l'homme et le mouton que dans le chien; *d*) du sulfate de potasse qui n'existe dans les trois espèces de salive qu'en très-petite quantité; *e*) du chlorure de potassium; *f*) du sulfo-cyanure alcalin : c'est dans la salive de l'homme

qu'il y en a le plus ; il y en a très-peu dans celle du mouton, et peut-être pas du tout dans celle du chien ; le chlorure, chez l'homme, est presqu'entièrement à base de potassium ; chez le chien et le mouton il est à base de sodium avec une très-petite quantité de potassium ; *g*) des substances insolubles dans l'eau, qui sont du phosphate de chaux, moins de carbonate de chaux et très-peu de carbonate de magnéseie.

(*Annalen der Physik*, t. LXXXV, p. 321.)

Sur *l'Indigo.*

PAR M. JUST. LIEBIG.

On sait depuis long-temps que l'indigo, traité par de la chaux, du proto-sulfate de fer et de l'eau, perd sa couleur bleue et se dissout entièrement. On opère encore ce changement de l'indigo par d'autres substances ayant beaucoup d'affinité pour l'oxigène.

La liqueur jaune qui retient en dissolution l'indigo décoloré prend, au contact de l'air ou de l'oxigène, une couleur bleue ; et l'indigo, après quelque temps, se sépare entièrement de cette solution avec ses propriétés primitives.

M. Giobert (*Journal de Physique*. 78, page 462) suppose que l'indigo décoloré cède à l'oxigène de l'air une partie de son carbone, et que de là provient la réapparition de sa couleur bleue.

M. Dœbereiner croit que l'indigo bleu, en contact

avec l'eau et des substances désoxigénantes, décompose l'eau, s'approprie son hydrogène, et forme avec lui un hydracide qu'il appelle *acide isatique*. Cet hydracide céderait à l'oxigène de l'air son hydrogène, et redeviendrait par là de l'indigo coloré. D'autres chimistes, sans admettre aucune opinion sur la nature chimique de l'indigo décoloré, le regardent comme de l'indigo désoxidé, qui devient bleu en s'oxidant de nouveau.

Personne n'a cependant entrepris des expériences qui pourraient appuyer l'une ou l'autre de ces hypothèses; et quoique M. Dalton (*Philosophical Magazine*, t. LXV, p. 122) nous assure que l'indigo décoloré, en passant à l'indigo bleu, absorbe 6—8 p. c. d'oxigène, cette expérience ne me paraît pas mériter beaucoup de confiance, en ce que M. Dalton, de même que M. Thomson, n'a pu déterminer avec sureté la quantité de l'indigo décoloré combiné à la chaux, ni lui ni aucun autre chimiste n'ayant isolé jusqu'à présent l'indigo décoloré.

J'ai fait dernièrement quelques expériences sur cette matière, et quoiqu'elles ne soient pas aussi précises que je le désirerais, je crois cependant qu'elles pourront jeter quelque jour sur sa véritable nature.

Je me suis procuré d'abord la combinaison de l'indigo décoloré avec la chaux (la cuve d'Inde) en faisant digérer ensemble, pendant vingt-quatre heures, en vases clos, $1\frac{1}{2}$ part. d'indigo pur, 2 part. de protosulfate de fer, $2\frac{1}{2}$ p. d'hydraté de chaux et 50—60 p. d'eau. Le vase a été rempli, avant l'introduction de ces matières, avec du gaz hydrogène.

La liqueur claire qui surnageait sur le sulfate de chaux formé et l'oxide de fer avait une couleur jaune-

rougeâtre ; on la sépara du précipité par un siphon rempli d'hydrogène, et on la mêla avec de l'acide muriatique étendu d'eau, qui contenait en dissolution du sulfite d'ammoniaque. Il se forma, par le mélange de ces deux liquides, un précipité blanc épais, qui devint bleu à l'air.

On recueillit ce précipité sur un filtre sans le contact de l'air, on le lava avec de l'eau bouillie qui tenait en dissolution du sulfite d'ammoniaque, et on le sécha à 100° dans un vase clos par lequel on fit passer continuellement un courant de gaz hydrogène ; néanmoins la partie supérieure du précipité avait pris une couleur bleue cuivrée ; mais la partie inférieure était d'un blanc sale.

Cette substance blanche, que j'appellerai *indigogène*, ne change pas de couleur dans un air sec ; mais sous l'eau elle prend une couleur bleue foncée, qui acquiert par la dessication un aspect cuivreux. La substance bleue se volatilise par la chaleur, sans laisser de résidu, en vapeurs pourpres qui se condensent sur les parois froides du tube, en cristaux qui ne diffèrent en aucun point de l'indigo sublimé ordinaire.

L'indigogène se dissout dans les alcalis, mais sans les neutraliser ; il est soluble également dans l'alcool (1), et insoluble dans l'eau et les acides.

Quand on remplit à moitié, par aspiration, un siphon de verre, de la solution de l'indigogène dans la

---

(1) M. Chevreul a décrit, dans son travail sur l'indigo et le pastel, une substance analogue ; je ne doute pas qu'elle ne fût aussi de la même nature.

chaux (cuve d'Inde), et l'autre moitié avec de l'acide muriatique, l'indigogène se sépare en flocons blancs épais. En y mêlant, par le même procédé, de l'acide nitrique, au lieu d'acide muriatique, le précipité devient bleu à l'instant, et disparaît peu à peu entièrement. L'expérience suivante achève de convaincre que le changement de l'indigogène en indigo bleu provient d'une oxidation.

On versa sur une quantité connue d'indigogène sec, qui contenait une petite quantité d'indigo bleu, de l'ammoniaque caustique. La soustraction du poids de l'indigo bleu restant, de la quantité primitive, donna, pour le poids de l'indigogène dissous, 0,404 gram. On introduisit cette solution sous une cloche remplie de mercure, et on y fit passer peu à peu du gaz oxigène. Ce gaz fut absorbé en partie, et lorsque le volume restant ne changea plus, on évapora le liquide avec l'indigo qui s'était précipité, et on sécha le résidu à 100°. Le poids de l'indigogène avait augmenté, par l'absorption de l'oxigène, de 0,047 gr., c'est-à-dire, de 11 $\frac{1}{2}$ pour cent.

Cette augmentation de poids prouve sans doute la non-existence de l'acide isatique. Il m'a été impossible de préparer, avec les appareils qui étaient à ma disposition, de l'indigogène parfaitement exempt d'indigo bleu, et la science n'aurait rien acquis par l'analyse de l'indigogène impur. L'indigo est peut-être le seul corps organique auquel on puisse ôter une de ses parties constituantes sans le décomposer, et qui par oxidation passe à l'état d'un corps indifférent qui a beaucoup d'analogie avec les peroxides.

La teinture de tournesol se comporte en quelques points comme l'indigo; on sait qu'elle perd, en vase clos, sa couleur bleue, et qu'elle la reprend par l'exposition à l'air. J'ai encore fait quelques expériences sur les précipités que produisent les dissolutions de sels métalliques dans une dissolution de l'indigogène dans la chaux. Mais comme M. Runge a déjà publié quelques recherches sur cet objet, dans son Mémoire : *De Pigmento indico, etc.* Berlin, 1822, et que je sais qu'il va en faire connaître de nouvelles, je m'abstiens d'indiquer les miennes.

(*Magazin für die Pharmazie de Geiger, à Heidelberg.* Juin 1827.)

ERRATA *pour la Lettre de M.* Liebig, *et son Mémoire sur la Substance amère.*

Pag.	lig.	
72,	6	du bas; *au lieu de* calcium, *lisez*, potassium.
76,	3	du bas; *au lieu de* en faisant bouillir, etc., *lisez*, en faisant bouillir avec du chlorure d'or cet acide particulier, ou le composé qu'il forme avec la potasse, il ne se fait, etc.
80,	5	du bas; *au lieu d'*indigo, *lisez*, de teinture d'indigo.
82,	9	du bas; *au lieu de* mercure, *lisez*, potasse
85,	4	du haut; *effacez* que.

Extrait *d'un Mémoire sur la Combinaison de l'Huile volatile de girofle avec les alcalis et autres bases salifiables.*

Par M. Bonastre, Pharmacien.

Les huiles volatiles, dites essentielles, constituent une série de produits organiques ou immédiats, qui ne possèdent que quelques propriétés qui leur soient communes, telles que la volatilité, la solubilité dans l'alcool, etc. Elles diffèrent entr'elles sous plusieurs rapports; leur composition élémentaire est à peine connue, ainsi que l'action de plusieurs agens, tels que les acides et les bases.

Occupé, depuis plusieurs années, de recherches spéciales sur les résines qui ont une grande analogie avec la plupart des huiles volatiles; guidé par les nombreux et intéressans travaux de M. Chevreul sur les corps gras, et par ses considérations générales sur l'analyse organique, j'ai essayé de confirmer par quelques expériences l'opinion qu'il a émise sur les huiles essentielles et les résines. J'ai pensé qu'en les soumettant à l'action de ces mêmes alcalis caustiques qui l'ont conduit à des résultats si importans pour la science, j'arriverais à quelques combinaisons nouvelles qui pourraient jeter quelque jour sur la nature et les propriétés des huiles volatiles. Je me contenterai pour le moment de faire connaître les composés que j'ai obtenus par la réaction des alcalis et de l'oxide de plomb sur l'huile essentielle de girofle, obtenue et rectifiée par l'intermède de l'eau.

Propriétés physiques et chimiques de l'huile rectifiée.

Couleur,	diaphane, incolore.
Saveur,	âcre, caustique, piquante.
Odeur,	fragrante de girofle.
Consistance,	liquide à 18 ou 20 degrés au-dessous de 0.
Densité,	selon le docteurLéwis, 1,034 ; selon mes propres expériences, 1,055, 1,061 (1).
Solubilité,	peu soluble dans l'eau ; très-soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique concentré et les huiles grasses.
Volatilité,	elle entre en ébullition et se volatilise au-dessus de 100 degrés.

Elle est sans action sur le papier de tournesol et de curcuma.

L'acide nitrique la décompose à froid, et la convertit à chaud en acide oxalique.

L'action du chlore l'épaissit, lui donne une couleur verte, mais ne donne point de cristaux, ainsi que le fait l'huile volatile de térébenthine.

---

(1) La différence de densité entre 1,055 et 1,061 est facile à expliquer, en ce que le premier nombre indique la densité de l'huile non rectifiée, tandis que le second représente celle de l'huile rectifiée, et que par sa rectification elle perd toujours une petite portion d'huile plus légère que l'eau.

Action de la Soude.

En versant parties égales d'huile volatile de girofle sur de la soude caustique, on obtient une combinaison en feuilles minces; l'huile se concrète et devient opaque en se solidifiant.

Si l'on étend d'eau cette combinaison et qu'on la soumette à la distillation dans une cornue de verre pendant une heure, on remarque à la surface de l'eau qui est passée dans le récipient un peu d'huile volatile; celle-ci paraît avoir éprouvé quelqu'altération dans ses élémens, elle n'a plus l'odeur fragrante du girofle, ni sa densité.

Le résidu a été filtré et rapproché convenablement, et, laissé en repos pendant deux heures, il s'est pris en une seule masse cristalline, demi-transparente et tapissée de nombreuses et belles aiguilles blanches, brillantes, dont quelques groupes isolés présentaient une forme radiée.

Cette combinaison retenait beaucoup d'eau alcaline; celle-ci, soustraite par plusieurs doubles de papier joseph, laissa les cristaux à nu sans endommager leur forme cristalline naturelle. Ayant achevé sa dessication à l'étuve, elle perdit sur 100 parties 90 d'eau.

La combinaison d'huile de girofle et de soude affecte la forme de fibres soyeuses memelonnées, d'un blanc éclatant, possédant entièrement la saveur âcre, forte et piquante du girofle; cette saveur est d'autant plus vive que l'huile volatile s'y trouve dans un état de division extrême.

A froid, elle exige 10 à 12 parties d'eau pour se

dissoudre, tandis qu'à chaud elle paraît soluble en toute proportion. Cette solution est toujours alcaline.

Les sèls de fer agissent comme il suit :

Le proto-sulfate lui donne une couleur lilas ;

Le persulfate une couleur d'abord rouge, puis violette et même bleue ;

Le permuriate une couleur vineuse, tirant légèrement sur le rouge ;

Le malate une couleur brune.

Elle contient 18,57 pour cent de soude.

Dissoute dans l'eau, si l'on y verse quelques gouttes d'acide sulfurique faible, il y a décomposition, et l'huile volatile reparaît en gouttelettes fluides, un peu plus colorée qu'avant.

L'alcool à froid ou à chaud, ainsi que l'éther sulfurique, ne dissolvent point ou que très-faiblement cette combinaison. Ces véhicules enlèvent facilement l'huile volatile, qui n'est que faiblement retenue par la base.

Action de la potasse.

L'action immédiate de la potasse hydratée sur l'huile de girofle donne lieu à un produit susceptible de cristalliser en belles écailles. Au moment où la combinaison s'opère, une légère élévation de température a lieu.

100 parties de savonnule de potasse dissoutes dans s. q. d'eau et mises à bouillir dans une cornue, comme il a été fait plus haut pour le savonnule de soude, ont donné quelques gouttes d'une huile volatile un peu altérée, et dont la quantité n'est que d'un dixième de

celle employée : le surplus est resté en combinaison intime avec l'alcali,

La distillation achevée, on rapproche le résidu et on le met cristalliser dans un endroit frais. Après vingt-quatre heures, ce résidu présentait un assemblage de cristaux qui offraient une différence notable avec ceux du savonnule de soude.

Les cristaux de la combinaison de potasse se présentent sous forme d'écailles brillantes, peu volumineuses, plus ou moins blanches, chatoyantes, nacrées, quelquefois réunies autour des parois de la capsule. Ces cristaux sont doux au toucher, encore odorans, et jouissent sans aucune restriction de la saveur âcre, forte et piquante du girofle.

Mis en contact avec l'acide nitrique, ils développent une belle couleur rouge.

Dissous dans l'eau bouillante et filtrés de nouveau, une portion de l'huile volatile reparaît, et la portion de cristaux dissoute, rapprochée avec soin, se prend en une belle masse cristalline d'un blanc de perle.

Ces cristaux prennent, comme ceux du savonnule de soude, une couleur qui varie du rouge au violet, au bleu même plus ou moins intense, par la dissolution des sels de fer peroxidés.

Leur alcalinité est très-marquée.

Leur solubilité dans l'eau, l'alcool et l'éther est à peu près la même que celle du savonnule de soude.

Incinérés dans un creuset de platine, ces cristaux ont donné, après deux opérations, une moyenne qui peut être représentée par 11,69 de potasse pour 100 de savonnule.

Action de l'Ammoniaque liquide.

Par son contact ou l'agitation avec l'ammoniaque liquide, l'huile de girofle acquiert une consistance grenue, une couleur un peu foncée. Cette combinaison se précipite au fond de l'eau. Elle n'est point aussi ferme ni aussi persistante que celle opérée par la soude ou par la potasse. Exposée à l'air, l'ammoniaque s'affaiblit, et l'huile reparaît, mais plus colorée en général qu'avant sa combinaison.

Action du Gaz ammoniaque.

Par l'action d'un courant de gaz ammoniacal très-sec, action soutenue pendant quelques minutes dans un mélange réfrigérant, l'huile de girofle se solidifie promptement : elle prend alors l'aspect d'une matière butyreuse, grenue, parsemée de plusieurs petits cristaux aiguillés, aplatis, blanchâtres.

Cette combinaison, enfermée dans un vase bouché à l'émeri et à une température qui ne soit guère plus élevée que de 6 degrés au dessus de o, se conserve parfaitement à l'état cristallin. Si on débouche le vase, l'huile essentielle devient fluide. Si on le referme, l'huile redevient concrète, les cristaux reparaissent, et offrent un jeu de cristallisation tout-à-fait remarquable.

On peut ainsi obtenir en très-peu de temps et des cristaux et de l'huile volatile fluide. Cette expérience a lieu tant que l'huile est assez saturée de gaz pour donner lieu à une nouvelle combinaison.

Action de la Baryte.

On peut facilement obtenir cette combinaison bien cristallisée, et par plusieurs procédés qui dérivent tous du même principe, la grande affinité de l'huile de girofle pour la baryte.

Ainsi, qu'on agite à froid de l'eau de baryte et de l'huile de girofle, on obtiendra une combinaison pour ainsi dire instantanée, sous forme de globules cristallins.

Ou bien qu'on prenne l'eau qui s'élève pendant la distillation du girofle, et qui se trouve tellement chargée d'huile qu'elle en est toute laiteuse; qu'on y ajoute ensuite de l'eau de baryte, ou mieux encore de la baryte cristallisée; on obtiendra un précipité abondant; le liquide surnageant sera d'une limpidité parfaite, quoique retenant encore du savonnule de baryte en dissolution.

Il suffit alors de jeter le précipité sur un filtre, de le reprendre par de l'eau, de le faire bouillir, filtrer, rapprocher et mettre à cristalliser; après deux heures de repos, la moitié du liquide est prise en très-jolis cristaux d'un beau blanc de perle.

Qu'on triture enfin 200 parties de baryte caustique et 100 d'huile de girofle; qu'on soumette à la distillation dans un appareil convenable, et l'on observera bientôt que les premières portions du liquide reçu sont blanchâtres et surnagées d'un peu d'huile volatile.

Après un quart d'heure d'ébullition ménagée, on filtre le liquide, et celui-ci, rapproché et laissé en repos, cristallise au bout de quelques heures.

Les cristaux du savonnule de baryte ou de la combinaison barytique sont en aiguilles très-minces, aplaties, quelquefois entrelacées; ils sont peu consistans, doux au toucher, d'un blanc nacré et brillant; ils possèdent la saveur du girofle, et conservent une partie de son odeur.

Ils sont assez solubles dans l'eau froide, mais beaucoup plus dans l'eau bouillante, véhicule qu'ils retiennent et dans lequel ils se gonflent prodigieusement.

Au reste, ils jouissent, quoiqu'à un degré moindre que les savonnules de soude ou de potasse, de la propriété de prendre ou de développer avec la dissolution des sels de fer peroxidés, des teintes lilas ou violettes.

L'acide nitrique leur donne aussi une couleur rouge très-foncée en agissant sur l'huile volatile.

Comme la combinaison de baryte et d'huile n'a pas été totalement dissoute, on reprend ce qui reste sur le filtre, on le soumet à une nouvelle ébullition dans l'eau, on filtre le liquide bouillant, et l'on obtient encore des cristaux; ce n'est qu'à la huitième fois qu'ils cessent de paraître.

Ces derniers cristaux sont remarquables en ce qu'ils se forment par groupes isolés, assez sembables à certains fucus.

Privés d'eau, ils ont une couleur d'un blanc terne ou terreux, sont un peu arides au toucher, peu odorans, et néanmoins possèdent encore la saveur du girofle.

Étendus d'eau et décomposés par un peu d'acide sulfurique dilué, ils cèdent bientôt leur base à l'acide, et l'huile volatile reparaît en gouttelettes légèrement bruuies.

Cette huile, séparée des dernières combinaisons avec la baryte, avait dû perdre le plus de principes volatils et fluides, et par conséquent approcher de l'état concret. Cependant, après avoir été distillée de nouveau par l'intermède de l'eau et recueillie dans le récipient, elle a reparu avec tous ses caractères de fluidité, de transparence, de densité, d'affinité même pour les bases salifiables, et après son action sur les sels de fer au *maximum* d'oxidation, comme si cette huile n'avait subi aucune altération.

Après cette séparation par l'acide sulfurique et la distillation, elle avait acquis la propriété de rougir très-légèrement le papier de tournesol.

Cent parties de savonnule de baryte obtenues par la combinaison de l'huile avec l'eau de baryte ont donné :

Huile de girofle.........	69.70 ;
baryte.........	30.30 ;
	100.00.

Action de la Strontiane.

Le contact ou l'agitation seule de l'eau de strontiane et d'essence de girofle donne aussi naissance à un savonnule de strontiane qui a beaucoup d'analogie avec celui de baryte.

Si l'on fait bouillir ce savonnule dans l'eau, qu'on filtre et qu'on évapore convenablement, on obtient une combinaison cristalline, spongieuse, très-blanche, d'une saveur piquante de girofle, mais peu odorante. Le sa-

vonnule de strontiane est en partie soluble dans l'eau distillée ; il se décompose par l'acide sulfurique, et l'huile se sépare bientôt en gouttelettes.

La portion d'huile séparée se colore en rouge foncé par l'acide nitrique.

Le savonnule de strontiane se comporte en outre avec les sels de fer peroxidés comme celui de baryte.

Action de la Chaux.

La chaux vive forme avec l'huile de girofle une combinaison très-ferme, insoluble à froid, très-peu soluble à chaud et incristallisable.

On fait bouillir deux parties de chaux contre une d'huile de girofle, on filtre bouillant : le liquide filtré est transparent et coloré en jaune verdâtre ; il ne se trouble point par le refroidissement, mais il forme un précipité abondant par l'acide oxalique.

Lorsqu'on évapore le liquide on a soin de le filtrer de temps à autre ; parce qu'il se forme à sa surface une pellicule jaunâtre qui devient tellement épaisse qu'elle retarde l'évaporation.

Cette pellicule est une véritable combinaison d'huile de girofle et de chaux ; il a fallu 188 d'eau pour la dissoudre sans que le liquide se troublât.

Le savonnule de chaux est en petites plaques minces, comme micacées, d'une couleur jaune, d'une faible odeur de girofle et d'une saveur extrêmement désagréable.

Il n'attire point l'humidité de l'air.

Il a peu d'action sur les sels de fer.

Il se colore en rouge par son contact avec l'acide nitrique.

Action de la Magnésie.

La magnésie calcinée forme à froid avec l'huile de girofle une combinaison très-solide et incristallisable.

Elle est totalement insoluble dans l'eau froide.

Par l'addition de 100 parties d'eau, une ébullition long-temps prolongée et la filtration bouillante, la combinaison ne s'est point dissoute : le liquide, filtré et soumis aux réactifs, n'a donné aucun indice de magnésie ; il en a été de même par l'évaporation du liquide. Ce dernier n'a laissé aucun résidu.

La magnésie reste donc combinée avec l'huile volatile sous forme d'une poudre blanche, presqu'inodore et d'une saveur de girofle peu prononcée.

Action de l'Oxide de plomb.

L'huile de girofle a été mise dans un tube effilé avec du protoxide de plomb (massicot). Ce mélange a été chauffé dans un bain d'huile porté à l'ébullition avec précaution, et j'ai obtenu une quantité d'eau plus grande que celle produite par la distillation à feu ou sans intermède.

Cette eau contenait un peu d'huile non décomposée, mais sensiblement altérée. On a trouvé dans le tube du carbone, de l'oxide de plomb brun et de l'oxide jaune. Ce résidu avait une odeur désagréable, qui ne ressemblait en rien à celle de girofle.

Mis en macération dans l'alcool, il a cédé à peine à ce véhicule quelque portion d'huile échappée à la décomposition.

Il en a été de même pour l'éther.

Avec les Oxides métalliques,

Pour reconnaître quelles altérations l'huile volatile de girofle pouvait subir en se combinant avec quelques oxides métalliques, j'ai fait les expériences suivantes :

1°. Dans une solution bouillante de savonnule de soude et d'huile de girofle, j'ai réuni une solution de sulfate de cuivre jusqu'à ce que le liquide fût sans action sur le papier de tournesol et de curcuma; il s'est formé un dépôt qui s'est réuni en masse brune qui a pris une couleur bleue céleste ou vert-de-gris; après une demi-heure d'ébullition, j'ai jeté le tout sur un filtre.

Le liquide a d'abord passé trouble et verdâtre; mais filtré de nouveau, il est devenu transparent. Il n'a donné aucun indice de la présence du cuivre par les réactifs; le dépôt ou magma, resté sur le filtre, a été séché à l'air; au bout de vingt-quatre heures, il était encore mou.

2°. Le savonnule à base de potasse a été traité de la même manière; la couleur bleue du sulfate de cuivre a passé sur-le-champ au brun. Le dépôt ressemblait au deutoxide de cuivre. Après une heure d'ébullition, la liqueur a été filtrée bouillante; elle a passé d'abord claire, mais elle s'est troublée par le refroidissement.

Filtrée une seconde fois et froide, elle est restée transparente, conservant une couleur brune-rougeâtre. Le dépôt resté sur le filtre est brun ; séché à l'air après vingt-quatre heures, il était encore humide et mou.

3°. Une solution de savonnule de potasse a été décomposée par le sous-acétate de plomb liquide, il s'est fait un précipité jaunâtre abondant ; j'ai fait bouillir après avoir ajouté de l'eau ; après une heure d'ébullition, la combinaison était pâteuse par suite de l'évaporation de l'eau. Elle est restée d'une couleur jaunâtre, consistante, un peu poisseuse, insoluble dans l'eau ; elle est devenue ferme et d'une consistance emplastique par son exposition à l'air.

4°. La savonnule de soude a présenté les mêmes phénomènes avec le sous-acétate de plomb. L'eau qui surnageait ces savonnules insolubles d'oxides de plomb et d'huile volatile de girofle a été filtrée, elle tenait en solution un peu de sel de plomb.

5°. Pour m'assurer si l'on pouvait opérer cette combinaison directement en faisant réagir le massicot et l'huile de girofle, j'ai pris parties égales de ces deux substances que j'ai fait bouillir d'abord dans une petite quantité d'eau, ayant soin d'agiter avec une tige en verre, et d'ajouter de l'eau pour remplacer celle qui s'évaporait. L'ébullition a été continuée pendant trois heures. J'ai obtenu une masse homogène, jaunâtre, moins foncée qu'au commencement de l'opération, d'une ténacité assez forte, analogue à l'emplâtre simple, insoluble dans l'eau. Ayant laissé refroidir et reposer, j'ai filtré la liqueur qui surnageait.

Ce liquide transparent se colore en jaune rougeâtre par quelques gouttes d'acide nitrique.

L'acide sulfurique et l'hydro-sulfate d'ammoniaque n'ont donné aucun indice de plomb.

6°. En opérant la décomposition du savonnule de soude bouillant par le sulfate de fer dissous dans l'eau, j'ai obtenu une combinaison ou magma, qui a pris sur-le-champ une couleur violette et même bleue.

7°. Il en a été de même en employant le savonnule de potasse, et le décomposant par le même sel de fer, en observant seulement que la couleur bleue produite a plus d'intensité que celle ci-dessus.

Nous sommes certains, et par les expériences que nous venons de rapporter et par celles que j'ai énoncées dans la première partie de ce Mémoire, que l'huile volatile de girofle, contracte une union intime avec les bases salifiables, et donne naissance à des combinaisons douées de propriétés particulières.

Ces composés, susceptibles de cristalliser, n'ont pas été indiqués avant ces expériences, ils n'ont été qu'entrevus par M. Chevreul, qui a pensé comme nous que ce qu'on appelle en général *résine* et *huile volatile* ne forme pas de combinaisons identiques et des espèces nettement définies.

Il restait à nous assurer, après toutes ces expériences, que l'huile de girofle n'eût éprouvé aucune altération chimique et qu'elle se fût séparée avec toutes ses propropriétés au moyen d'un acide.

J'ai eu occasion de vérifier cette observation avec les savonnules alcalins et l'huile de girofle; et comme les savonnules métalliques offrent le même résultat, nous

[redacted]

sommes autorisés à conclure que l'huile de girofle s'unit sans décomposition, c'est-à-dire sans altération dans sa constitution élémentaire, avec les bases salifiables. Ces composés offrent donc quelque légère différence avec les savons obtenus par la réaction des corps gras qui sont fixes et des alcalis, potasse, soude, etc. C'est pourquoi la dénomination de savonnule pourrait peut-être induire en erreur sur la nature des combinaisons d'huiles volatiles et d'alcali.

Pour me convaincre de cette vérité, j'ai pris du savonnule de plomb n° 5, et qui est devenu dur et friable par la dessication; je l'ai pulvérisé et délayé avec de l'eau, et j'ai versé de l'acide sulfurique affaibli qui s'est combiné avec l'oxide de plomb; ce liquide s'est troublé, quelques gouttes d'huile volatile brune se sont élevées à la surface; une autre portion était retenue au fond avec l'oxide de plomb. J'ai ajouté de l'eau chaude, et j'ai introduit le tout dans une cornue de verre; j'ai distillé à une douce chaleur; il a passé un liquide laiteux, entraînant avec lui de l'huile essentielle qui s'est montrée sous forme de belles gouttes très-blanches. Cette huile s'est ensuite déposée au fond de l'eau, offrant les mêmes caractères que celle que j'ai obtenue par la rectification de l'essence de girofle des Moluques.

J'ai séparé cette huile abandonnée par l'oxide de plomb, de l'eau distillée au fond de laquelle elle s'était déposée. Je l'ai combinée de nouveau avec la soude, la potasse, l'ammoniaque et la baryte, et elle m'a donné, par les mêmes procédés, les mêmes cristallisations que j'ai obtenues avec l'huile essentielle rectifiée.

Ainsi les alcalis et les oxides métalliques s'unissent à l'huile de girofle sans lui faire éprouver aucune altération dans sa nature, et à la manière des résines solubles à froid dans l'alcool.

Il est assez singulier que l'huile volatile de girofle soit la seule qui jusqu'actuellement (celle du piment de la Jamaïque exceptée) puisse se combiner avec les alcalis, et cette propriété la sépare, comme espèce distincte, de ce qu'on nomme *huiles volatiles ou essentielles*.

Conclusion.

Quoique les expériences que je viens de rapporter laissent quelque chose à désirer, j'ai pensé qu'il serait utile de les faire connaître pour attirer l'attention des chimistes sur cet objet, qui n'a pas encore été convenablement traité. N'ayant encore examiné que l'huile volatile de girofle, et en particulier celle de piment de la Jamaïque, je ne peux rien conclure pour les autres.

Mes expériences se réduisent à démontrer que l'huile essentielle de girofle peut contracter avec les alcalis et autres bases salifiables, une union assez intime pour acquérir une plus grande fixité, puisque par cette union elle devient moins susceptible de se volatiliser à l'air ou à la chaleur par une ébullition dans l'eau. Cette union est d'autant plus remarquable que les combinaisons qui en résultent offrent entr'elles et les différentes bases employées pour les obtenir une série de formes régulières et des proportions définies.

Que si cette huile volatile éprouve quelqu'altération

dans ses élémens, elle n'en conserve pas moins ses principaux caractères chimiques, comme la propriété de se colorer en rouge par l'acide nitrique, et de se convertir en acide oxalique par le même acide, surtout à l'aide de la chaleur.

Que l'action simultanée de l'eau et des alcalis à la température de l'eau bouillante lui donne la propriété de développer une couleur rouge ou brune, lilas foncé, bleue ou violette, par la dissolution des sels de fer peroxidés, faculté que l'on ne remarque pas dans l'huile volatile avant son union avec les bases salifiables.

Que l'huile volatile de girofle s'unit aux bases sans éprouver d'altération, puisqu'elle reparaît avec toutes ses propriétés lorsqu'on sature la base par un acide affaibli, et qu'on la reprend de sa dissolution par la distillation.

Ces combinaisons paraissent se former en proportions définies; elles sont néanmoins toujours avec excès de base; elles ont plus d'analogie avec les savons résineux, les phocénates et les butyrates, qu'avec tout autre composé.

Les savonnules cristallisables d'huile de girofle diffèrent essentiellement de la substance solide, blanche, cristalline, que j'ai désignée sous le nom de *caryophylline*, et que j'ai obtenue du girofle au moyen de l'alcool.

Enfin toutes les propriétés que je viens de reconnaître dans l'huile de girofle, et qui appartiennent en même temps en grande partie au moins à l'huile de piment de la Jamaïque, ne sont pas communes à toutes

celles qu'on a réunies sous le nom d'*huiles essentielles*, et celles-ci doivent être séparées en plusieurs sections.

SUR *la Combinaison du Chlore et du Cyanogène ou Cyanure de Chlore.*

PAR M. SÉRULLAS.

(Lu à l'Académie royale des Sciences de l'Institut, le 9 juillet 1827.)

M. GAY-LUSSAC, dans son beau travail sur l'acide hydro-cyanique, nous a fait connaître (1) sous la dénomination d'*acide chloro-cyanique* un gaz que l'on dédégage, par une légère chaleur, d'une dissolution d'acide hydro-cyanique saturée de chlore, l'excès de ce dernier étant préalablement absorbé par du mercure : antérieurement M. Bertholet l'avait considéré comme de l'acide prussique oxigéné.

Jusqu'à présent on n'a pas pu obtenir ce corps à l'état de pureté. M. Gay-Lussac cependant est parvenu, et son habileté seule était capable de vaincre une si grande difficulté, à déterminer la nature de ses élémens, et même leur proportion : néanmoins beaucoup d'obscurité l'environne encore sous le rapport de ses propriétés essentielles ; car on suppose qu'il doit sa gazéité à son mélange avec une plus ou moins grande quantité d'acide carbonique dont l'association ou celle d'un autre gaz

---

(1) *Annales de Chimie*, t. xcv, p. 200.

[redacted]

est indispensable à sa stabilité sous cette forme ; qu'il se présente à l'état liquide, à la température ordinaire sous l'influence solaire ; qu'il est facilement décomposable par la chaleur ; enfin qu'il est acide.

Rien de positif, sous aucun de ces rapports, ne pouvait être établi, puisqu'il s'agissait d'une substance évidemment impure, dont les propriétés pouvaient être modifiées dans ce cas, ou confondues avec celles des corps étrangers avec lesquels elle était mêlée.

Aussi M. Gay-Lussac, qui, faute de temps, n'a pu suivre l'étude de ce corps d'une manière approfondie, l'a signalé comme étant susceptible d'un nouvel examen ; c'est cet examen que j'ai entrepris ; je vais en exposer les résultats, et j'ai lieu de croire, quand ils seront connus, que ce corps très-remarquable prendra place parmi les composés chimiques bien déterminés, et dans une série autre que celle qui lui a été assignée.

Le point important de mes recherches devait être, d'après ce qu'on vient de voir, d'obtenir le *cyanure de chlore* pur (c'est ainsi que je désignerai dorénavant l'*acide chloro-cyanique*, dénomination qui sera justifiée par l'exposé de ses propriétés) ; aucun des moyens indiqués n'offrait cet avantage. Cependant, en me reportant au procédé que j'avais employé pour la préparation des cyanures d'iode et de brome, dont la production a lieu avec la plus grande facilité par le simple contact de l'iode ou du brome avec le cyanure de mercure, je ne concevais pas pourquoi on n'était pas arrivé à un résultat analogue, en mettant en contact du chlore et du cyanure de mercure, ce que je voyais avoir été tenté sans succès. Fixé par l'analogie, déjà tant de fois

rappelée, qui existe entre le chlore, le brome et l'iode, je devais encore rechercher la cause de cette différence, et voir si elle ne dépendait pas de quelque circonstance inaperçue, et non de l'impossibilité. Je repris ce qui avait été fait à cet égard.

Je plaçai dans l'obscurité des flacons de chlore très-sec avec du cyanure de mercure parfaitement desséché; pas d'action sensible après trois semaines; résultat prévu, ayant été annoncé par M. Gay-Lussac.

Ces mêmes flacons, portés dans un lieu habituellement frappé par la lumière solaire, et dans la saison où elle est des plus vives, ne furent décolorés qu'après dix jours. L'un de ces flacons, ouvert sous le mercure, se remplit immédiatement aux trois quarts; le gaz restant était de l'air et très-peu de cyanure de chlore. Un autre flacon ouvert sous l'eau, celle-ci s'y est élevée, en prolongeant le contact, un peu plus que dans le premier; le résidu n'était que de l'air, le cyanure de chlore ayant été absorbé. La matière saline étant dissoute et le flacon abandonné quelque temps au repos, a laissé voir au fond quelques gouttes d'un liquide jaune dont il sera fait mention plus tard, et dans lequel je cherchai inutilement le cyanure de chlore.

Jusque-là je ne voyais rien qui pût me faire espérer d'atteindre le but que je me proposais, celui d'avoir du cyanure de chlore en quantité et pur.

Cependant, en revenant encore à la préparation des cyanures de brome et d'iode, et passant en revue les conditions qui concouraient à leur formation, j'y trouvai que lorsque les matériaux étaient humides, que le cyanure de mercure était même dissous, on obtenait plus

facilement et très-promptement le cyanure de brome et d'iode ; observation que j'ai faite depuis la publication de mes Mémoires sur ces deux nouveaux corps ; je pensai que cette condition devait être également favorable à la production du cyanure de chlore.

En effet, du cyanure de mercure pulvérisé a été introduit dans un flacon plein de chlore ; une quantité d'eau suffisante pour délayer le cyanure, mais pas assez grande pour le dissoudre, a été ajoutée. La matière étant étendue pour présenter plus de surface sur le fond du flacon, j'ai placé celui-ci dans l'obscurité, craignant encore l'influence de la lumière qui, en raison du chlore en contact avec l'eau, pouvait changer les résultats. La décoloration a été complète en sept à huit heures. Le cyanure de mercure, sauf l'excès qu'on y avait mis à dessein, a été converti en bi-chlorure de ce métal, et en cyanure de chlore, qui occupait, sous forme de gaz, le reste de la capacité du flacon avec quelques portions d'air. La présence de l'air ne modifie aucunement les résultats. En ouvrant le flacon sous le mercure, point d'absorption ; mais sous l'eau elle a été presqu'entière et assez rapide ; vu la grande solubilité du cyanure de chlore ; ce qui sera rappelé plus loin quand il sera question de ses propriétés.

C'est ainsi qu'on peut avoir le cyanure de chlore d'une manière tout-à-fait semblable à celle employée pour le cyanure d'iode et le cyanure de brome. Toutefois il n'est pas entièrement pur ; il est inévitablement mêlé d'une plus ou moins grande quantité d'air atmosphérique qui s'y introduit, soit avec le chlore, soit avec le cyanure de mercure ; il peut s'y trouver aussi,

par quelques circonstances qu'on ne peut pas maîtriser, un peu d'acide hydro-chlorique, un peu de cyanogène. Mais, à l'aide de l'une des propriétés les plus remarquables du cyanure de chlore, qu'on ne lui soupçonnait pas, et que j'ai été assez heureux pour découvrir, nous pouvons l'avoir d'une pureté absolue; cette propriété est celle qu'il a de se solidifier et de cristalliser à une température de 18 degrés au-dessous de zéro. Reprenons sa préparation complètement.

On verse dans des flacons bouchés à l'émeri pleins de chlore, de la capacité d'un litre pour pouvoir les manier plus facilement, 5 à 6 grammes de cyanure de mercure pulvérisé; c'est la proportion de cyanure de mercure qui m'a paru la plus convenable pour chaque litre de chlore, afin que le premier soit en excès. Le cyanure de mercure étant introduit, on ajoute la petite quantité d'eau nécessaire pour le délayer. On porte les flacons dans l'obscurité; du jour au lendemain, en dix à douze heures, la décoloration est complète. L'action produite est facile à constater : il suffit de placer le flacon dans lequel on veut rendre évidente l'existence du cyanure de chlore au milieu d'un mélange frigorifique (2 parties et demie de glace pulvérisée et 1 partie de sel); le cyanure cristallise promptement. La conversion du cyanure de mercure en bi-chlorure est également démontrée de suite en versant un peu d'eau dans le flacon pour en dissoudre la matière solide; une portion de cette dissolution, traitée par une dissolution d'hydriodate de potasse, y produit de l'iodure rouge de mercure. On sait que le cyanure de mercure, dans le même cas, donne un composé différent.

Le cyanure de chlore étant cristallisé, et le flacon continuant d'être dans le mélange frigorifique, on y introduit par petites portions, afin de ne pas changer sensiblement la température, une quantité convenable de chlorure de calcium pour absorber l'eau; on ferme le flacon dont on assujettit le bouchon, et on le retire pour l'abandonner à la température ordinaire; le cyanure de chlore reprend son état gazeux; on le laisse ainsi, pendant deux ou trois jours, soumis à l'action desséchante du chlorure de calcium.

Au bout de ce temps, on refroidit de nouveau le flacon pour faire cristalliser le cyanure de chlore. D'un autre côté, on a, dans un mélange frigorifique, un ou deux flacons contenant du mercure en quantité suffisante, ou un peu plus, pour remplir celui qui renferme le cyanure de chlore. Cette division du mercure en deux flacons n'a d'autre but que de pouvoir agir plus commodément. Les flacons étant reconnus, au moyen du thermomètre, aussi froids ou à peu près que le flacon du cyanure de chlore cristallisé, on verse le mercure dans celui-ci de manière à le remplir bien exactement. Tout gaz quelconque qui peut s'y trouver, on le conçoit, est déplacé par le mercure; le cyanure de chlore seul reste attaché aux parois du flacon, sur lesquelles on le voit avec toutes ses belles formes cristallines.

On arme alors le flacon d'un tube recourbé propre à recueillir les gaz, et on le sort du bain frigorifique. Il ne suffit pas de l'abandonner à la température ordinaire pour faire reprendre au cyanure de chlore la forme gazeuse; on attendrait trop long-temps. Il faut entourer le flacon avec précaution, à une certaine distance, de

quelques charbons incandescens, et bientôt un mouvement très-vif d'ébullition se manifeste dans toutes les parties où se trouve le cyanure de chlore solidifié ; on le reçoit sous des cloches pleines de mercure, et dans cet état, on est sûr de sa pureté. La dilatation du mercure, dans le premier moment, remplit le tube chargé de conduire le gaz sous les cloches, expulse le peu d'air qu'il contient, ce qui indique que les premières portions doivent être rejetées, ou mieux reçues à part pour ne pas en être incommodé. Il faut avoir des cloches toutes prêtes pour remplacer sans interruption celles qui se remplissent, et éviter de rien répandre dans l'atmosphère. Le dégagement, une fois commencé, se poursuit très-rapidement.

Avant de parler des propriétés du cyanure de chlore, je vais faire connaître différentes circonstances qui font varier la nature des produits résultant de l'action du chlore, et sur le cyanure de mercure, et sur le cyanogène, et sur l'acide hydro-cyanique.

1°. Nous savons déjà que le cyanure de mercure humecté et le chlore, dans l'obscurité, sont convertis entièrement en bi-chlorure de mercure et en cyanure de chlore ; mais en exposant ces substances aux rayons d'un soleil ardent, il se forme en même temps du bichlorure de mercure, de l'hydro-chlorate d'ammoniaque qui cristallise sur les parois du vase, une certaine quantité du liquide jaune déjà nommé, des traces de cyanure de chlore et de l'acide carbonique.

Ces mêmes matériaux, parfaitement desséchés, mis à l'abri de la lumière, n'agissent pas l'un sur l'autre ; mais si on les expose à un soleil vif, une action, quoi-

que très-lente, a lieu dans l'espace de huit à dix jours; elle détermine toujours la formation du bi-chlorure de mercure, et celle du liquide jaune qui s'unit à la matière solide la lie et fait masse avec elle : en dissolvant celle-ci, le liquide jaune, plus dense que la dissolution, se réunit dessous; on peut alors le séparer aisément.

La production d'hydro-chlorate d'ammoniaque et d'acide carbonique, dans le cas dont on vient de parler, est due vraisemblablement à l'élévation de température qui décide d'abord une formation d'acide hydro-chlorique, lequel agit sur le cyanure de mercure à la manière ordinaire; de là, de l'acide hydro-cyanique qui, uni à l'eau, éprouve avec elle une décomposition d'où résulte l'hydro-chlorate d'ammoniaque et l'acide carbonique.

Il est d'autant plus probable que l'élévation de température est la cause de cette réaction, que, si l'on chauffe seulement à 30 ou 40 degrés les flacons qu'on a soin d'envelopper pour les soustraire à la lumière, la décoloration est opérée en huit à dix minutes, et les résultats sont les mêmes. De plus, quand on met en contact du chlore et du cyanure de mercure humecté, opérant sur une masse un peu considérable, dans un ballon de cinq à six litres, comme je l'ai fait plusieurs fois, il y a, même dans une parfaite obscurité, un très-grand développement de chaleur sur le point où est le cyanure de mercure; et l'on voit encore, l'action étant terminée, des cristaux d'hydro-chlorate d'ammoniaque tapissant les parois du ballon : on n'obtient pas, dans ce cas, du cyanure de chlore proportionnellement à la

masse des matières employées, mais seulement en raison de la quantité de cyanure de mercure qui reste inattaquée après l'abaissement de température qui a lieu successivement, et qui replace les substances réagissantes dans les conditions favorables à la production du cyanure de chlore.

Si le cyanure de mercure en contact avec le chlore, au lieu d'être simplement humecté, est dissous dans une petite quantité d'eau, et qu'on expose le flacon qui les renferme au soleil, on a beaucoup de notre liquide jaune; conséquemment peu ou point de cyanure de chlore.

2°. Du cyanogène et du chlore parfaitement secs; pas d'action notable, après un mois, ni dans l'obscurité ni à la lumière solaire. Ce même mélange, étant humide, donne, sous l'influence solaire, du liquide jaune, et quelquefois assez abondamment une matière blanche, très-solide, insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther, d'une odeur aromatique particulière, très-différente de celle des chlorures et des hydro-chlorures de carbone.

3°. De l'acide hydro-cyanique pur, obtenu par le procédé de M. Gay-Lussac, versé dans des flacons de chlore non desséché, placés immédiatement dans l'obscurité, donne lieu très-promptement à une vive action; il y a développement de chaleur, formation abondante d'un corps solide au milieu duquel on voit se dégager un gaz, lequel, examiné, s'est trouvé être de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone, et le corps solide de l'hydro-chlorate d'ammoniaque; point de liquide jaune ni de cyanure de chlore.

D'autrefois, et je crois avoir reconnu que c'est lorsqu'il y a un grand excès de chlore, indépendamment du corps cristallisé soluble qui n'est produit alors qu'en petite quantité, on obtient beaucoup d'une autre matière également solide, blanche, d'une odeur piquante désagréable, laquelle matière, séparée, lavée et séchée, donne, par son exposition à l'air, des vapeurs piquantes d'acide hydro-chlorique; elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et ne paraît pas être la même que celle provenant de l'action du chlore sur le cyanogène.

Enfin, de l'acide hydro-cyanique et du chlore exposés aux rayons solaires produisent du liquide jaune, et en même temps de l'hydro-chlorate d'ammoniaque.

Cette action du chlore sur l'acide hydro-cyanique et sur le cyanogène, qui donne naissance à ces matières solides jouissant de propriétés différentes, quoique très-probablement formées les unes et les autres de chlore et de carbone, ou d'hydrogène, demande à être suivie avec attention, afin de reconnaître positivement quelle est la nature de ces substances qui m'ont paru nouvelles, et apprécier, mieux que je ne l'ai pu jusqu'à présent, les circonstances qui en déterminent la formation; c'est ce que je me propose de faire.

Je dois revenir à l'action du chlore sur la dissolution de cyanure de mercure sous l'influence solaire, et exposer avec détail les phénomènes très-remarquables auxquels cette action donne lieu.

Déjà M. Gay-Lussac avait observé qu'il se formait, dans cette circonstance, des gouttelettes d'un liquide huileux; mais cet objet, comme le précédent, n'étant

qu'accessoire à son important travail sur l'acide hydro-cyanique, il ne s'y est pas arrêté, en sorte que ce corps n'a pas été isolé jusqu'à présent; ses propriétés n'ont pas été décrites, ni sa nature déterminée. Je vais essayer de le faire.

Nous venons de voir que du chlore et du cyanure de mercure, tous deux parfaitement secs, exposés au soleil, dans un flacon bouché à l'émeri, n'agissaient l'un sur l'autre que très-lentement; mais cependant que du liquide jaune s'y produisait. Il est essentiel de rappeler ce fait, afin d'écarter la pensée qu'on aurait naturellement que l'eau que je ferai intervenir a quelque part, par ses élémens, à la production du liquide jaune; ce qui n'est pas, puisque nous pouvons l'obtenir hors de la présence du fluide aqueux qui ne joue d'autre rôle que celui de favoriser la réaction, et de s'opposer à l'élévation de la température.

On dissout le cyanure de mercure dans une petite quantité d'eau, 5 grammes de cyanure de mercure pour chaque litre de chlore; on le verse dans le flacon qu'on rebouche aussitôt, et on l'expose au soleil. Au bout d'une ou deux heures, selon la vivacité des rayons solaires, on voit sur les parois des vases une multitude de gouttelettes qui coulent et viennent à la surface de la dissolution saline, s'y agitent avec quelques mouvemens gyratoires, se rassemblent peu à peu, forment une lame très-légère, circonscrite, qui grossit successivement et tombe au fond, ayant l'aspect d'un liquide huileux, jaune-ambré.

La production de ce corps est absolument semblable à celle du chorure d'azote qu'on obtient facilement en

très-peu de temps, en tenant renversés des flacons chlore sur une dissolution d'hydro-chlorate ou de nitr d'ammoniaque.

La formation du liquide jaune peut aussi avoir liei la lumière ordinaire du jour ; mais elle est beauco plus lente et moins abondante que sous l'influence ‹ rayons du soleil ; elle est, dans ce dernier cas, t minée en trois à quatre heures, ce qui est indiqué p la décoloration entière des flacons.

On sépare de la dissolution saline le corps jaune moyen d'un entonnoir, pour le mettre dans des tul sous l'eau distillée. Il s'exhale, pendant cette sépai tion, une odeur excessivement piquante, dont il fa se garantir, étant susceptible d'incommoder ; elle est d à la plus ou moins grande quantité de cyanure de chlc qui est dans la dissolution, et à l'odeur particulière corps jaune lui-même, qui est également piquante forte, affectant aussi les yeux.

Le liquide jaune, immédiatement après avoir ‹ formé, étant encore sous la dissolution saline qui servi à sa préparation, se couvre de petites bulles d'ı gaz qu'il est très-curieux d'observer ; on voit ces bul venir de tous les côtés, à la surface du liquide jaun se réunir au point le plus élevé, au centre du globı aplati, en une seule bulle qui crève et bientôt est rei placée par une autre. Souvent ce gaz, que nous ferons co naître ailleurs, est comme emprisonné dans une env loppe d'apparence membraneuse, et de laquelle il s'échappe qu'après l'avoir distendue jusqu'à une ce taine élévation.

Le liquide jaune, abandonné à lui-même sous l'ea

est d'abord transparent, puis il devient opaque, présentant le même dégagement de gaz que nous venons d'observer sous la dissolution saline. Ce gaz, au bout de quelques jours, en s'élevant, entraîne avec lui des flocons d'une substance très-blanche qui surnage quelque temps l'eau et retombe. Cette substance, dont nous connaîtrons aussi la nature tout-à-l'heure, est produite en même temps que le gaz, et proportionnellement; le gaz y paraît enlacé, et ne s'en sépare qu'avec peine; ce qui doit faire croire que l'un et l'autre sont le résultat de la même action, et que leur production est simultanée. Je n'ai pu trouver aucune raison qui pût me faire supposer la préexistence de la matière blanche solide en dissolution dans le liquide jaune.

Quand on place du liquide jaune sous des cloches pleines d'eau ou de mercure, et qu'on les chauffe, en arrivant graduellement au point de l'ébullition de l'eau sans dépasser ce terme, je parle pour le mercure, la production du gaz est très-rapide; c'est le moyen à employer pour l'avoir promptement. Le liquide jaune, abandonné à lui-même, donne également du gaz, comme on l'a vu plus haut; on peut le recueillir de la même manière sous des cloches d'eau ou de mercure, mais l'action se prolonge très-long-temps; il faut plus de vingt à vingt-cinq jours pour qu'elle soit achevée. Toutefois, que la réaction soit spontanée ou qu'on l'ait déterminée par la chaleur, la nature du gaz est la même; c'est un mélange d'azote et d'acide carbonique dont celui-ci fait assez exactement le quart. La partie des cloches occupée par les gaz, quand on a appliqué la chaleur, se trouve, après le refroidissement, tapissée

d'une plus ou moins grande quantité de cristaux longs, transparens, d'une odeur très-piquante.

Le liquide jaune, étant soigneusement lavé, ne précipite pas par le nitrate d'argent, ne donne aucun signe d'acidité par le tournesol; mais, au bout d'un certain temps (quelques heures suffisent), la nouvelle eau sous laquelle il a séjourné précipite abondamment et rougit fortement par les mêmes réactifs; des bulles de gaz et des flocons de la même matière blanche se montrent de nouveau; et cette dernière est en quantité d'autant plus grande que le temps depuis le changement de l'eau a été plus long.

Le liquide jaune est insoluble dans l'eau; il se dissout très-bien dans l'alcool d'où il est précipité par l'eau; il est alors décoloré et transformé en partie en matière blanche solide, d'une odeur camphrée, mais toujours piquante.

Il ne donne pas de vert, quoiqu'agité d'abord avec du sulfate de fer, puis de la potasse, et enfin de l'acide hydro-chlorique; coloration qu'on obtiendrait, et que nous verrons qu'on obtient en effet lorsqu'il y a du cyanure de chlore. L'odeur piquante du corps jaune, très-analogue à celle de ce dernier, pouvait faire présumer que ce corps jaune était lui-même du cyanure de chlore ou en contenait; mais on verra qu'elle appartient à un autre composé.

Du liquide jaune a été distillé sur du chlorure de calcium et du carbonate de chaux (des fragmens de marbre). On s'est servi, pour cette opération, de deux petites cloches courbes, l'une faisant office de cornue et l'autre de récipient. En chauffant d'abord avec beaucoup de ménagement pour éviter que la matière ne soit

projetée par le grand dégagement de gaz, il passe un liquide incolore d'une excessive acidité, d'une odeur très-piquante, qui se rend au fond du récipient (celui-ci étant bien refroidi), et plus tard une matière cristalline qui s'accumule et s'attache aux parois de ce même récipient au-dessus de la partie liquide; ces cristaux retiennent un peu du liquide blanc duquel dépend essentiellement leur odeur piquante : vers la fin de l'opération, du charbon se dépose sur le chlorure de calcium. En distillant plusieurs fois de la même manière le liquide blanc, il donne chaque fois une certaine quantité de ces cristaux qu'il tient en dissolution, et on peut, par cette distillation répétée, le séparer entièrement en liquide blanc extrêmement acide et piquant, en corps solide cristallisé, et en acide hydro-chlorique dont une partie est absorbée chaque fois par le marbre.

(*La fin au Cahier prochain.*)

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences*.

Séance du lundi 28 mai 1827.

Voici les titres des ouvrages ou mémoires manuscrits reçus par l'Académie dans cette séance : Description d'un nouvel appareil à vapeur pour les bateaux, par M. Tourasse; Nouveaux Faits relatifs à l'emploi thérapeutique du Pyrothonide, par M. Rauque; Note sur les Comètes, par M. Courbon, chirugien; Nouvelle

Note sur la Rupture des machines à vapeur, par M. Tabareau; Nouvelle Théorie sur les Phénomènes de la vision, par M. Plagge.

M. Delessert lit une lettre de M. Brunel au sujet de l'accident arrivé aux travaux sous la Tamise.

M. Thenard, au nom d'une Commission, rend un compte favorable du Mémoire de M. Isidore Boullay que nous avons déjà imprimé.

M. Bonastre avait présenté un Mémoire sur les Combinaisons de l'huile de girofle et du piment de la Jamaïque avec les alcalis et plusieurs bases salifiables. Ce Mémoire renferme principalement le fait que deux huiles qui ne rougissent pas le tournesol, se combinent néanmoins avec les bases salifiables; mais, faute d'être présenté avec les développemens et la précision nécessaires, dit M. Chevreul, rapporteur de l'Académie, ce fait n'a pas actuellement tout l'intérêt qu'il pourra acquérir dans la suite. M. Bonastre sera invité à poursuivre ses recherches.

L'Académie s'occupe des prix à décerner dans la prochaine séance. (Nous avons déjà donné les résultats dans le Cahier précédent.)

Séance du lundi 4 juin.

Le Ministre de l'Intérieur adresse l'Ordonnance du Roi par laquelle la nomination de M. Cassini fils, comme académicien libre, est confirmée.

M. Girard dépose une Notice sur les Mortiers hydrauliques qu'on obtient avec les arènes ou sables fossiles argileux.

M. Dulong, au nom d'une Commission, fait un rapport sur le concours relatif à la compression des liquides.

M. Cordier lit la première partie d'un Mémoire concernant la température de l'intérieur du globe.

M. Bonnard donne lecture d'un Mémoire sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le terrain d'Arkose, dans l'est de la France.

Séance publique du lundi 11 *juin.*

On a entendu dans cette séance : Un Eloge historique de M. Hallé, par M. Cuvier; des Recherches statistiques sur les canaux du nord et du midi de la France ; par M. Dupin ; l'Eloge historique de Corvisart, par M. Cuvier ; et l'extrait d'un Mémoire sur la Température du globe, par M. Cordier.

Séance du lundi 18 *juin.*

Titres des Mémoires ou ouvrages manuscrits présentés à l'Académie : Mémoire sur une femme de Marseille qui porte une mamelle sous la cuisse gauche, par le docteur Robert ; Note sur deux moules et un crapaud qui ont été retirés vivans d'un puits comblé depuis cent cinquante ans, par le docteur Quenin, maire d'Orgon ; Sur un nouveau Procédé pour broyer la pierre, par M. Cazenave (paquet cacheté) ; Nouvelles Recherches chimiques, par MM. Quesneville et Julia Fontenelle (paquet cacheté) ; Description d'un moyen par lequel les bateaux pourront isolément remonter les rivières sans dépense et sans danger, par M. Anatasi ; Dessin d'un nouveau modèle de pompe à incendie, par

M. Stolz; Nouvelles Considérations sur les chaudières des machines à vapeur, par M. Tabareau; Sur les Organes buccaux des hymenoptères, diptères, etc., par M. Robineau-Desvoydi; Recherches sur la Vibration de divers corps sonores, et particulièrement sur celle des cordes élastiques, par M. Cagniard-Latour; Note sur les Volcans éteints du midi de la France dont les éruptions ont été postérieures au dépôt du deuxième terrain d'eau douce, par M. Marcel de Serres; Des principaux Élémens relatifs à la division des terrains.

Le Ministre de l'Intérieur annonce qu'il fait adresser à l'Académie une collection des ossemens fossiles découverts dans les grottes d'Osselles.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire transmet de Montélimart divers renseignemens qu'il a recueillis sur les établissemens scientifiques du midi de la France.

M. Blainville, au nom d'une Commission, rend compte d'un Mémoire extrêmement curieux de MM. Raspail et Robineau-Desvoydi, mais qui paraît devoir exiger de nouvelles recherches.

M. Brochant rend un compte favorable d'un nouveau Mémoire de M. Bonnard sur le terrain d'Arkose.

M. Constant Prévost lit un Mémoire intitulé : *Examen de cette question géologique : Les continens que nous habitons ont-ils été à plusieurs reprises submergés par la mer?*

Séance du lundi 25 juin.

MM. Raspail et Robineau-Desvoydi annoncent qu'ils possèdent des myriades d'alcyonelles, et en adressent un paquet.

M. Lacroix rend un compte favorable de l'ouvrage de M. Denaix intitulé : *Essai de géographie méthodique et comparative.*

M. Cuvier lit un Mémoire sur le Scarus des anciens.

M. Berthier lit un Précis de quatre Mémoires qu'il présente à l'Académie sur de nouvelles espèces minérales.

M. Roger communique les résultats qu'il a obtenus concernant la hauteur du Mont-Blanc.

M. Raspail lit un Mémoire intitulé : *Analyse physiologique de la* Spongilla friabilis (*Linnée*).

L'Académie décide, au scrutin, qu'il y a lieu à nommer à la place vacante par la mort de M. Ramond.

De *la Construction des Appareils* (burners) *destinés à brûler le gaz de l'huile et celui du charbon, et des circonstances qui influent sur la lumière émise par les gaz pendant leur combustion, avec quelques observations sur leur pouvoir éclairant relatif, et sur les différentes méthodes de l'estimer.*

Par MM. Robert Christison et Edward Turner.

(Extrait du *Journal philosophique d'Edimbourg*, par M. B....)

(Lu devant la Société royale d'Edimbourg, le 18 avril et le 2 mai 1825.)

Les auteurs s'étaient d'abord proposé seulement de déterminer le pouvoir éclairant relatif du gaz de l'huile

et du gaz de charbon ; mais ils se sont bientôt aperçus que les circonstances dans lesquelles la combustion des gaz s'opère, ont la plus grande influence sur la quantité de lumière émise, et ils attribuent avec raison les écarts que présentent les résultats fournis par divers physiciens concernant le pouvoir éclairant de ces deux espèces de gaz inflammables, à l'influence produite par les circonstances dans lesquelles ils ont, chacun de leur côté, opéré la combustion. Ils se sont alors livrés à la recherche de cette influence avec d'autant plus de zèle, qu'elle devait amener un résultat pratique extrêmement important, celui de construire des appareils convenables pour brûler les gaz de manière à en obtenir la plus grande lumière avec le moins de dépense.

Leur premier soin a dû être de chercher à se procurer un bon photomètre. Deux sont généralement connus, le photomètre du professeur Leslie et celui du comte de Rumford. Des recherches faites avec beaucoup de soin et de conscience les ont forcés d'abandonner le premier. Il n'était pas assez sensible pour apprécier la mesure de lumières qui souvent n'étaient pas plus fortes que le quart de celle d'une chandelle. Il exige un temps trop long pour chaque détermination. Les auteurs pensent enfin que le photomètre thermométrique ne peut servir à mesurer exactement le pouvoir éclairant de diverses espèces de lumières :

1°. Parce qu'il reçoit l'influence de la chaleur obscure. Les auteurs cherchent à prouver, par un grand nombre d'expériences, qu'on a cru trop légèrement que l'absorption des rayons de la chaleur obscure n'était

influencée que par la nature de la surface et non par sa couleur, ou, en d'autres termes, que les surfaces diversement colorées, *cæteris paribus*, absorbaient ces rayons d'une égale manière. Cette doctrine, si essentielle au principe de la construction du photomètre thermométrique, n'est appuyée que sur une expérience du comte de Rumford (*Transactions philosophiques*, 1804), qu'il dit lui-même n'être pas satisfaisante. D'ailleurs il est hors de doute que ce photomètre ne soit influencé par les rayons de chaleur au moment où elle cesse d'être lumineuse. Quelques expériences citées à ce sujet par les auteurs le prouvent entièrement.

2°. Les rayons de différentes couleurs agissent différemment sans que cependant on en puisse déduire aucune conséquence concernant leur pouvoir éclairant. On sait en effet que les rayons rouges, à égalité de force éclairante, sont susceptibles d'affecter le thermomètre plus que les rayons blancs. Les auteurs citent une expérience décisive qui prouve que l'instrument est susceptible de faire commettre de graves erreurs sous ce rapport : devant un foyer en état de combustion vive, mais sans flamme, le photomètre, à la distance de 16 pouces, tomba à 25° dans une position, et à 17°,50 lorsqu'on lui fit faire un demi-tour; l'état véritable était 21,$\frac{1}{4}$. A la distance de 6$\frac{1}{2}$ pouc. d'une bonne lampe d'Argand à huile, il n'indiqua réellement que 12°; d'où il faudrait conclure que le feu aurait donné onze fois autant de lumière que la lampe. L'expérience la plus grossière, telle que lire les caractères d'un livre, fit sentir l'absurdité de ce résultat.

Les auteurs citent, dans un appendice, une autre

expérience plus concluante : ayant fait brûler dans un bec de Glasgow, n° 2, un mélange de parties égales de gaz de charbon et d'air atmosphérique, ils en obtinrent une flamme de $2\frac{1}{2}$ pouc.; presque entièrement bleue; à la distance de $6\frac{1}{2}$ pouc. de cette flamme, le photomètre de l'Institution astronomique indiquait 5°, tandis qu'à la même distance d'une chandelle de suif il n'indiquait que 2°. Or, l'évaluation directe de ces deux lumières, sous le rapport éclairant, a donné pour résultat que la lumière bleue n'était que la 36ᵉ partie de celle de la chandelle, tandis que l'indication du photomètre de M. Leslie, portait à la considérer comme $2\frac{1}{2}$ fois plus grande.

Cependant les auteurs conviennent que, dans beaucoup de cas, le photomètre de M. Leslie peut donner des résultats exacts, surtout lorsqu'on opère sur des lumières de la même couleur. Ainsi, ayant fait varier la distance d'un jet de gaz de charbon à un point fixe, de manière à la rendre égale successivement, à 4, 3, 2 et 1, ils établirent un bec d'Argand alimenté par du gaz d'huile, de manière à rendre chaque fois la lumière égale à celle du jet de gaz : or, le photomètre de Leslie, appliqué, dans tous ces cas, à la détermination de la lumière du bec d'Argand, fournit des rapports exacts.

Le photomètre dont nous parlons a en outre l'inconvénient d'être difficile à exécuter; il exige que les deux boules soient parfaitement égales; mais souvent la boule noire est soufflée un peu plus épaisse que l'autre pour assurer son opacité parfaite, et dès-lors l'instrument n'est pas un véritable thermomètre différentiel. On pourrait obvier à cet inconvénient en remplaçant les deux boules

de verre par des boules de métal, auxquelles il serait possible de donner une épaisseur parfaitement égale.

Ces raisons suffisent pour expliquer la préférence que les auteurs ont donnée au photomètre de Rumford, qui est très-connu et qui a été le plus généralement employé dans ce genre de recherches. Ils pensent qu'on n'a pas mis en général assez de soin pour mesurer l'intensité des ombres, et pour mettre l'œil à l'abri de toute lumière étrangère ; on a eu tort de se contenter de faire tomber les ombres sur un mur blanc dans une chambre obscure, et de ne pas employer l'ingénieux appareil du comte de Rumford. On a fait trois objections principales contre ce mode de détermination :

1°. L'œil ne peut pas juger avec précision si les ombres sont égales : cette objection n'est valable que lorsqu'on fait l'expérience d'une manière grossière ; mais avec l'appareil de Rumford, un œil suffisamment bon et un peu exercé pourrait, d'après les auteurs, estimer une différence de $\frac{1}{50}$ entre deux lumières.

2°. Si cette méthode peut être exacte pour la comparaison de deux lumières de même nature, elle cesse de l'être lorsqu'elles diffèrent beaucoup par leur couleur, parce que la teinte des ombres est dissemblable, et que l'œil ne peut séparer la différence de couleur de la différence d'intensité. Les auteurs ont observé que si la différence de couleur est faible, elle n'est point un obstacle ; si elle est plus considérable, elle ne peut occasioner qu'une légère erreur, pourvu que l'observateur prenne le soin d'examiner l'effet du changement de la lumière mobile, un pouce au plus de chaque côté du

point où il suppose les ombres égales. Si cependant la différence de couleur est très-prononcée, cette précaution ne procure pas un grand avantage. Ainsi il faut avouer qu'il est presqu'impossible de comparer une chandelle avec un bec d'Argand de gaz, ou un jet de gaz du charbon avec un bec d'Argand de gaz d'huile, à cause de la grande différence des couleurs des flammes; mais alors on peut faire une double observation en prenant une flamme intermédiaire; ainsi on pourra d'abord comparer une chandelle à un jet de gaz du charbon, celui-ci a un bec d'Argand de gaz du charbon, et celui-là a un bec d'Argand de gaz d'huile.

3°. M. Ritchie de Tain établit une distinction entre la quantité de lumière et le pouvoir éclairant. Il présente, à ce sujet, des vues qui peuvent paraître ingénieuses, mais qui sont tout-à-fait hypothétiques. Cette objection s'applique à tous les photomètres, et celui de Rumford en est moins susceptible, puisqu'il mesure l'intensité sous le rapport par lequel la lumière artificielle est appliquée au plus grand nombre d'usages.

Le photomètre de Rumford ne peut déterminer que le pouvoir éclairant relatif de deux lumières, et non leur quantité rapportée à une échelle fixe; il ne donne ni un zéro pour l'obscurité complète, ni une graduation déterminée pour une lumière connue; c'est là son plus grand défaut comme instrument philosophique.

Les physiciens ont généralement employé pour terme de comparaison une bougie d'un diamètre déterminé ou une chandelle; mais il faut convenir que la

flamme fournie par ces sortes de corps, dépend de tant de circonstances, qu'il est impossible de pouvoir assurer que, dans deux pays différens, deux observateurs auront pris la même unité, et que même, dans une série d'observations qui dure plusieurs jours, cette unité n'a pas varié. Les auteurs ont choisi l'unité qu'il est sans contredit le plus facile de retrouver, c'est un jet de gaz d'huile. Pour lui conserver une longueur constante, le jet était alimenté par un gazomètre construit sur le principe d'après lequel Girard avait établi sa lampe. (*Mém. de* Laroche *et* Bérard.) Par ce moyen, ils ont observé qu'un jet de 3 à 4 pouces de longueur, brûlait depuis le commencement jusqu'à la fin sans varier de plus de $\frac{1}{10}$ pouc. Pour conserver la flamme tranquille, elle était renfermée dans un tube de verre gradué en dixièmes de pouce. On peut avec cet appareil comparer entr'elles les expériences faites dans différens jours, pourvu que les gaz introduits dans le gazomètre aient une même densité.

Quand la lumière dont on voulait déterminer l'intensité était produite par un gaz, on le faisait brûler d'une manière semblable, dans un appareil mobile; les gazomètres étaient divisés de façon à pouvoir aisément estimer $\frac{1}{10}$ de pouce cubique.

Les auteurs terminent ces observations préliminaires en disant que l'exactitude de leur méthode leur a paru satisfaisante, non seulement par les coïncidences qu'ils ont fréquemment remarquées entre diverses déterminations, mais encore d'une manière moins trompeuse, en vérifiant, par l'observation directe (comme dans les opérations trigonométriques),

les résultats déduits d'une série intimement liée d'observations et de calculs.

Nous allons, en second lieu, passer au détail des expériences relatives aux circonstances qui influent sur le degré de lumière relative émise par les gaz pendant leur combustion ; la considération de ces diverses circonstances nous conduira à la découverte des principes sur lesquels repose la construction du brûleur.

Quand on bouche avec le doigt le dessous d'un bec, la flamme s'allonge, et quoique l'intensité de la lumière diminue, cependant son pouvoir éclairant est augmenté. Ce fait peut se rendre sensible sans le secours d'aucun instrument : l'observateur n'a qu'à tourner le dos à la lumière et examiner avec attention, dans les deux cas, la clarté générale de l'appartement.

Dans le but d'estimer exactement cet effet, on avait placé au fond du bec de petits glisseurs gradués à $\frac{1}{50}$ de pouce carré. Dans un bec à gaz d'Édimbourg, percé de cinq trous, et dans lequel le courant d'air intérieur était de $\frac{9}{50}$ d'un pouce carré, quand la flamme alimentée par le gaz du charbon avait 2 pouces, sa lumière, comparée au jet de 3$^{pouc.}$,2 pris pour unité, était dans le rapport de 206 à 100. Quand l'ouverture du courant d'air a été diminuée jusqu'à $\frac{3}{50}$, la flamme a commencé à s'allonger ; quand l'ouverture n'a été que $\frac{2}{50}$ de pouce, la flamme avait 3 pouces, et sa lumière avait augmenté jusqu'à 266, c'est-à-dire d'environ un quart. De plus, une flamme de 2 pouces dans un bec à 10 trous, donnait une lumière qui, comparée à la même unité, était comme

[redacted]

452 à 100. Quand le courant d'air, qui avait $\frac{15}{50}$ d'un pouce, était resserré à $\frac{4}{50}$, la flamme s'élevait à 3 p. $\frac{1}{4}$, et donnait 583 de lumière, ou plus que $\frac{1}{5}$ en sus; et quand l'ouverture était réduite à $\frac{5}{100}$, la flamme avait 5 pouces de long, et sa lumière était 665 ou d'environ un tiers plus grande qu'au commencement. Ces expériences ont été souvent répétées, et toujours l'augmentation de la lumière a été aussi grande.

Si la flamme du bec était originairement plus courte que 2 pouces, le gain obtenu, en diminuant le courant d'air, était beaucoup plus grand ; d'un autre côté, si la flamme était plus longue originairement, le gain était moindre. Dans le dernier brûleur dont on a parlé, une flamme de 1 p. $\frac{1}{2}$ donnait presque toujours une lumière double lorsqu'elle était allongée, en resserrant la surface du courant d'air à $\frac{2}{50}$. A mesure que l'ouverture est ainsi diminuée, la flamme perd graduellement sa couleur blanche et passe d'abord au jaune, puis au brun : on ne gagne rien à en augmenter la longueur quand cette teinte est arrivée, tandis qu'au commencement on gagne une très-grande augmentation de lumière par un très-petit sacrifice sur la pureté de la teinte. C'est ce qui amène les auteurs à conclure que, pour obtenir le plus de lumière possible avec un brûleur quelconque, le courant d'air doit pouvoir brûler le gaz complètement ; mais dès que la combustion est complète, non-seulement on ne gagne rien, mais encore on perd beaucoup en donnant un courant d'air plus fort pour rendre la combustion plus vive. C'est un des principes sur lesquels ils pensent que doit reposer toute bonne construction d'un brûleur quelconque.

La cause de la perte de lumière occasionée par un courant d'air trop vif, se trouve (selon eux) dans l'explication claire et ingénieuse que sir Humphry Davy a donnée de la source de la lumière des gaz. Sir Hnmphry pense que la lumière blanche provient de ceux des gaz qui contiennent un élément assez fixe pour n'être pas volatilisé par la chaleur développée dans la combustion. Dans le gaz de la houille, cet élément fixe est le charbon fourni par la décomposition du gaz avant qu'il ne brûle. La lumière blanche est produite alors par le charbon, passant d'abord à l'état d'ignition, et ensuite à celui de combustion. Par conséquent, de la lumière blanche ne peut émaner des gaz du charbon et de l'huile, sans qu'ils n'éprouvent une décomposition préalable.

On prouve aisément que le gaz subit cette décomposition préalable et que la matière charbonneuse est brûlée dans la partie blanche de la flamme à l'état de charbon, en plaçant un morceau de toile métallique horizontalement en travers de la flamme blanche : on voit alors qu'il s'en échappe une grande quantité de charbon non brûlé. Si nous considérons l'espèce de flamme qui est produite quand la décomposition du gaz n'a pas eu lieu auparavant, il nous paraîtra évident que cette décomposition est nécessaire pour la production d'une flamme blanche brillante. Par exemple, si on place la gaze métallique dans la partie bleue de la flamme qui est toujours à la base, on ne voit pas s'échapper du charbon ; si la gaze est porté à quelque distance au-dessus du bec, et que le gaz soit allumé non au-dessous mais au-dessus de la gaze, cet arrangement détermine

un mélange plus exact d'air et de gaz (au-dessous de la toile) avant la combustion ; alors la flamme est bleue et ne donne presque pas de lumière. La raison est évidemment que, dans ces deux cas, l'air est fourni dans une telle quantité par rapport au gaz, que le premier effet de la chaleur produite dans la combustion, est de brûler le gaz et non de le décomposer.

Un autre fait très-curieux qu'eût observé sir Humphry Davy en faisant un pas de plus, c'est que les gaz donnent proportionnellement plus de lumière quand ils brûlent avec une flamme haute qu'avec une flamme basse. Le courant d'air n'augmente pas dans la proportion de la hauteur de la colonne de flamme. D'un côté, sa quantité n'est pas proportionnelle, et de l'autre sa qualité s'altère à mesure qu'il s'élève le long de la flamme ; par ces deux raisons, il doit y avoir une plus grande quantité de gaz qui subit la décomposition avant d'être brûlé.

En adoptant ces vues sur la cause de la lumière des gaz, il devient nécessaire de modifier un peu le principe donné plus haut sur le mode le plus économique de brûler les gaz pour l'éclairage. Nous avons dit alors que l'intensité de la combustion ne devait pas être plus grande qu'il n'est nécessaire pour la rendre complète ; nous venons de voir que le charbon donne une lumière d'autant plus blanche que sa combustion est plus rapide ; on doit donc faire en sorte d'animer la combustion le plus possible, pourvu cependant que les moyens employés pour cela ne fassent pas brûler le gaz avant qu'il ait subi la décomposition préalable. Mais tous les moyens que nous savons être utiles dans le premier cas, deviennent nuisibles dans le second quand l'intensité de la

combustion surpasse la limite que nous avons assignée. Par conséquent, quand on veut augmenter l'intensité d'une lumière, ce qu'on ne peut faire qu'en augmentant le courant d'air, il faut prendre des précautions pour diminuer sa tendance à brûler le gaz avant qu'il soit décomposé, autrement on ferait une perte de lumière en la comparant à la dépense du gaz. Aussi, comme on le verra plus bas, lorsque le courant d'air central dans un bec, est augmenté ou par l'élargissement du conduit intérieur ou par la construction de la cheminée, il est nécessaire de prévenir la tendance du gaz à être brûlé avant sa décomposition, en multipliant les trous par lesquels il doit arriver.

En adoptant les principes précédens, les circonstances qui peuvent influer sur la lumière donnée par les gaz se rangent dans trois classes : elles se rapportent à la *flamme elle-même*, à la *construction du bec*, à la *forme de la cheminée de verre*.

I. Le seul point concernant la flamme elle-même qui mérite considération est sa longueur. La longueur relative de la flamme a la plus grande influence sur sa lumière. A mesure qu'elle s'allonge, la lumière émise augmente dans une progression beaucoup plus grande que la dépense du gaz : l'effet a lieu pour les simples jets de gaz et pour les becs d'Argand, comme cela est prouvé par les expériences suivantes.

Jets de gaz alimentés par le gaz du charbon. Le terme de comparaison est un jet de gaz de charbon de 3 pouces, dont la lumière et la dépense sont représentées par 100.

Long. de la flamme.	2 pouc.	3 p.	4 p.	5 p.	6 p.
Lumière..........	55,6	100	150,6	197,8	247,4.
Dépense..........	60,5	101,4	126,3	143,7	182,2.

Rapportant les diverses intensités de lumière à une dépense commune, on trouve, pour les intensités relatives à chaque longueur de flamme, les nombres suivans (en négligeant les décimales) :

100 109 131 150 150;

d'où il résulterait que la même quantité de gaz du charbon, donnerait une moitié en sus de lumière en formant une flamme de 5 pouces de haut, qu'en formant une flamme de 2 pouces seulement; et en second lieu, qu'on ne gagne rien à élever la flamme au-dessus de 5 pouces, c'est-à-dire que, passé ce terme, l'augmentation de lumière est tout au plus proportionnelle à l'augmentation de dépense.

Le même principe est démontré pour le gaz de l'huile par les expériences suivantes :

Le terme de comparaison était un jet de gaz d'huile de 3 pouces, dont la lumière et la dépense sont exprimées par 100.

Long. de la flamme.	1 p.	2 p.	3 p.	4 p.	5 p.
Lumière.........	22	63,7	96,5	141	178.
Dépense..........	33,1	78,5	90 (1)	118	153.

Les nombres comparatifs, exprimant les lumières en

(1) La dépense était moindre que dans le bec qui servait de terme de comparaison, parce que le gazomètre de celui-ci avait une petite fuite ; ce qui ne peut changer les résultats.

supposant une égale dépense de gaz pour chaque hauteur de flamme, sont :

100 122 159 181 174.

L'augmentation paraît donc être à très-peu près la même qu'avec le gaz de la houille ; mais elle cesse à une hauteur de 4 pouces (pes. spéc. du gaz 910).

L'augmentation de lumière avec l'allongement de la flamme est bien plus grande par rapport à une même dépense dans les becs d'Argand. Les résultats suivans ont été obtenus avec un bec percé de 5 trous, pour des élévations successives de la flamme de ½ pouce à 5 pouces.

L'unité de comparaison était un jet de gaz de la houille de 4 pouces, dont la dépense et la lumière sont 100.

Haut. de la flam.	½ p.	1 p.	2 p.	3 p.	4 p.	5 p.
Lumière......	18,4	92,55	259,9	308,9	332,4	425,75
Dépense......	83,7	148	203,3	241,4	265,7	318,15

d'où sont dérivés les nombres suivans exprimant l'intensité de lumière, la dépense étant supposée la même pour chaque hauteur de flamme.

100 282 560 582 582 604.

Ainsi la lumière est devenue près de six fois plus forte, pour la même dépense, en portant la hauteur de la flamme de ½ pouce à 3 ou 4 pouces ; mais on ne gagne presque rien en l'élevant au-dessus (pes. spéc. du gaz 605).

Le gaz de l'huile offre un gain également remarquable. Avec un bec de 15 trous n° 1 de la Compa-

gnie de l'huile d'Edimbourg, le point de comparaison étant un jet de 3 pouces, si on élève la flamme de ½ pouce jusqu'à 2½, (au-dessus de ce dernier point on ne pouvait plus l'élever sans fumée), on se procure les données suivantes :

Hauteur de la flamme.	½ p.	1 p.	1½ p.	2 p.	2½ p.
Lumière............	51,3	153	241	377	435;
Dépense...........	97,4	173	216	255	288;

d'où on déduit, par les moyens ordinaires, pour une lumière répondant à une égale dépense dans chaque élévation de flamme, les nombres suivans :

100 276 317 460 472.

Ainsi, en élevant la flamme depuis un demi-pouce jusqu'à 2½, la lumière a été augmentée au point de devenir près de cinq fois plus grande avec la même dépense de gaz (pes. spéc. du gaz 910).

On trouve facilement l'explication de ces faits dans les principes établis ci-dessus. En effet, dans les becs d'Argand, quand la flamme est basse, le courant d'air est trop grand par rapport à celui de gaz, et par conséquent, la combustion est trop active : il n'y a plus alors qu'une faible quantité de gaz qui subisse la décomposition préalable avant d'être brûlé. De même, dans les jets de gaz, en élevant la flamme, elle s'amplifie nécessairement, et alors, par rapport au volume de gaz, une moindre quantité est en contact avec l'air.

Il est facile de sentir combien la hauteur de la flamme doit avoir d'influence sur la comparaison de la lumière fournie par les gaz de l'huile et du charbon, et à quel point il est impossible de tirer aucune conclusion d'expériences

faites sans avoir égard à cette circonstance. En effet, si, dans les expériences précédentes, on veut déterminer le rapport entre la lumière du gaz de l'huile et celle du gaz du charbon dans leur élévation la plus favorable (savoir 4 pouces pour le premier et 5 pouces pour le second), on trouvera celui de 2 à 1. Si l'on opère, au contraire, sur le jet de gaz de l'huile de 3 pouces, celui du gaz de charbon restant à 5, la proportion, calculée d'après les données que nous avons établies, n'est plus que 1 $\frac{1}{2}$ à 1 ; tandis que, si le jet de gaz de l'huile reste à 4 pouces, et que celui du gaz de la houille soit ramené à 3, le rapport entre les deux lumières pour une même dépense, sera alors de 2 $\frac{3}{4}$ à 1.

Une autre conséquence de ces expériences, c'est que pour chaque bec de gaz, il n'y a qu'une hauteur de la flamme qui soit économique, c'est-à-dire qui donne le *maximum* de lumière relativement à la dépense de gaz, et que, si, dans la vue de diminuer la lumière, on réduit le courant de gaz, la dépense n'est nullement proportionnelle à la réduction de lumière. Ainsi, si, d'après les expériences précédentes, la flamme d'un bec de gaz de la houille de 5 trous, est réduite de son élévation ordinaire de 3 pouces à $\frac{1}{2}$ pouce, la lumière n'est plus alors que le $\frac{1}{6}$, tandis que la dépense est encore le $\frac{1}{3}$ de ce qu'elle était ; de sorte que, pour obtenir avec économie différentes quantités de lumières, il faudrait des becs différens, ou bien il faudrait dans le bec un mécanisme qui diminuât le courant d'air à mesure qu'on diminuerait celui de gaz, pour que la flamme restât toujours presque à la même hauteur. Aussi arrive-t-il souvent que ceux qui consomment le gaz ne le brûlent pas avec la

plus grande production de lumière possible ; car souvent, en donnant la hauteur de flamme convenable, il arriverait que le moindre dérangement dans la cheminée, la moindre agitation dans l'air, la moindre augmentation dans le courant de gaz, feraient fumer.

(La fin au Cahier prochain.)

SUR *l'Évaporation de l'eau à une haute température.*

PAR KLAPROTH (1).

LEIDENFROST publia, en 1756, une Dissertation dans laquelle il annonce avoir trouvé qu'entre le point de l'ébullition et celui où le fer est échauffé au blanc, l'eau s'évapore d'autant moins facilement que la chaleur est plus intense. Ce physicien, ayant laissé tomber une goutte d'eau sur une cuiller de fer bien polie, échauffée au blanc, remarqua que la goutte se di-

(1) Les physiciens ont recherché, dans ces derniers temps, avec plus de constance que de succès, les causes diverses qui peuvent amener l'explosion des machines à vapeur. A cette occasion, on a cité, comme une nouvelle découverte, quelques particularités très-curieuses que l'eau présente quand on la met en contact avec des plaques métalliques incandescentes. L'article qu'on va lire montrera que ces phénomènes avaient déjà été aperçus : il est tiré, en effet, sauf quelques changemens de rédaction, d'un journal qui date de vingt-cinq ans.

vise d'abord en plusieurs petits globules, qui bientôt se réunissent. En regardant la goutte de très-près, il observa qu'elle tournait avec beaucoup de vitesse autour de son axe, et qu'elle devenait graduellement plus petite; enfin elle disparut brusquement en faisant un certain bruit : tout cela dura de 34 à 35 secondes. Une seconde goutte, qui tomba sur la cuiller déjà un peu refroidie, disparut en 9 à 10 secondes. Une troisième goutte, après un refroidissement encore plus long, ne dura que 3 secondes. Lorsqu'on touchait la goutte dans la cuiller échauffée au blanc, elle disparaissait subitement. Klaproth a répété ces expériences : voici en quels termes il les rapporte.

« J'ai pris une cuiller de fer très-poli; je l'ai échauffée sur des charbons jusqu'au blanc; je l'ai ôtée du feu, et immédiatement après j'ai fait tomber dessus une goutte d'eau. Dès que la goutte a touché le fer, elle s'est divisée en plusieurs globules, les uns petits, les autres grands, qui se sont bientôt réunis en une seule grande masse; elle paraissait être en repos : c'était comme une boule de cristal, placée dans le fond de la cuiller, et qui l'aurait touchée par un seul point. En regardant cette boule de plus près, j'ai observé qu'elle tournait rapidement autour de son centre, et qu'elle devenait de plus en plus petite; enfin elle s'est dissipée avec explosion. Dès que la première goutte a disparu, j'en ai fait tomber une seconde, ensuite une troisième, et j'ai trouvé que leur durée était d'autant moindre que la chaleur avait plus diminué : la dernière goutte s'est transformée en vapeur à l'instant même du contact. Je citerai deux expériences :

Première Expérience.

La première goutte dura	40	secondes.
La seconde...........	20	
La troisième..........	6	
La quatrième.........	4	
La cinquième.........	2	
La sixième...........	0	

Seconde Expérience.

La première goutte dura	40	secondes.
La seconde...........	14	
La troisième..........	2	
La quatrième.........	1	
La cinquième.........	0	

« L'intensité de la chaleur était plus grande dans la première expérience : aussi le degré où une goutte d'eau s'évapora subitement, arriva plus tard que dans la seconde. Les autres intervalles n'ont pas été non plus égaux ; mais on ne devait pas l'espérer, car il est impossible, d'un côté, de mesurer le degré de chaleur du vase échauffé au commencement de l'expérience, et de l'autre, la moindre circonstance peut contribuer à rendre la durée de la goutte plus courte : elle peut, par exemple, se diviser par la chute d'un petit morceau de charbon, ou par quelque autre obstacle quelconque qui s'oppose à sa rotation : or, de tels obstacles doivent se rencontrer dans une cuiller de fer, dont la surface devient, à chaque expérience, plus inégale.

« Je fis tomber 7 gouttes, l'une immédiatement après l'autre, dans une cuiller échauffée au point nécessaire.

Ces gouttes se réunirent dans une masse globulaire qui commença à tourner sur elle-même avec rapidité. A l'origine, la masse était tout-à-fait ronde; ensuite elle se divisa par le haut, et l'on voyait une tache d'écume blanche sur la face supérieure; les bords paraissaient dentelés. Ce phénomène, vraiment curieux, dura 150 secondes. Une expérience faite avec 10 gouttes, donna les mêmes résultats; seulement la bulle dura 200 secondes, et se dissipa sans évaporation proprement dite, parce que la chaleur de la cuiller était très-grande. L'expérience ne réussit pas quand j'employai un plus grand nombre de gouttes : les gouttes se réunissaient alors, en effet, en un globe unique qui commençait à éprouver des mouvemens rotatoires; mais ces mouvemens ne se continuaient pas, à cause que la surface inférieure du globe était en contact avec le fer par plus d'un point : l'eau disparaissait alors avec un bourdonnement très-sensible.

« Après les essais dont je viens de rendre compte, je me servis d'une capsule d'argent pur et d'une autre de platine, que je chauffais aussi, sur des charbons, jusqu'au blanc. Les phénomènes furent à peu près les mêmes; mais les petites sphères liquides durèrent plus long-temps.

CAPSULE D'ARGENT.

Première Expérience.

La première goutte dura	72 secondes.
La seconde..............	20
La troisième..........	20
La quatrième..........	0

Seconde Expérience.

La première goutte dura 61 secondes.
La seconde............ 30
La troisième.......... 20
La quatrième.......... 6
La cinquième......... 0

Lorsqu'il y avait trois gouttes, la bule totale durait 240 secondes, et l'évaporation s'effectuait ensuite instantanément.

CAPSULE DE PLATINE.

Durée de la première goutte.......... 50 secondes.
Durée de la bule composée de 3 gouttes.. 90

EXTRAIT *d'une Note de M.* Liebig, *professeur de chimie à Giessen, sur la Nitrification.*

DEPUIS deux ans et demi je m'occupe de l'analyse des eaux de pluie, travail qui a été occasioné par un Mémoire relatif aux météores aqueux, de M. Zimmermann, professeur de chimie à Giessen, et mon prédécesseur. (*Archiv für die gesammte Naturlehre de M. Kastner*, tome 1, page 257.) M. Zimmermann croyait avoir trouvé dans les eaux de pluie, du manganèse, du fer, de l'acide carbonique, de la chaux, du chlorure de potassium et *point* de chlorure de sodium.

Le but de mes recherches était de démontrer que le chlorure de potassium, le fer et le manganèse n'existent pas dans l'eau de pluie. En deux ans, j'ai analysé 77 résidus, obtenus par l'évaporation d'autant de différentes eaux de pluie, recueillies dans des vases de porcelaine et évaporées à une douce chaleur. Ils contenaient tous du muriate de soude et pas une trace de potasse; le manganèse et le fer manquaient également, si les eaux étaient préalablement filtrées.

Ces eaux contenaient en même temps des substances organiques, que je cherchai à détruire par la chaleur. En chauffant le résidu obtenu par l'évaporation de 10 livres d'eau d'une pluie d'*orage*, j'observai un léger fusement, et cela me suggéra aussitôt l'idée de rechercher l'acide nitrique dans toutes les eaux de pluie. Parmi mes 77 échantillons d'eau, il y en avait 17 qui provenaient de pluies d'orages; or, ces 17 contenaient tous de l'acide nitrique, en quantités très-différentes, combiné ou à la chaux ou à l'ammoniaque : parmi les autres, au nombre de 60, je n'en trouvai que 2 qui continssent des traces d'acide nitrique.

Après la mort de M. Zimmermann, on m'a remis tous ses appareils et de plus 50 résidus d'eaux de pluie recueillies en 1821, 1822 et 1823; parmi celles-ci, 12 contenaient de l'acide nitrique ou plutôt des nitrates.

La présence de l'acide nitrique dans les eaux de pluie d'orage m'a surpris d'autant moins, que Cavendish et, après lui, Seguin, avaient produit de l'acide nitrique, en combinant l'azote et l'oxigène par l'action de l'étincelle électrique; cette explication, qui se pré-

sente d'elle-même, me fit attacher peu de valeur à mon observation. Depuis, M. Brandes a publié des recherches sur les eaux de pluie, et cela m'a empêché de faire connaître les miennes.

Il est clair, d'après cela, que la foudre, en traversant l'air, détermine la formation d'une grande quantité d'acide nitrique, qui, entraîné par la pluie, est absorbé et retenu dans les rochers poreux, où il s'accumulera peu à peu une quantité notable de nitrates et de sel marin; ces sels forment ensuite des efflorescences dans les endroits qui sont à l'abri de la pluie et des injures de l'air.

Ainsi, quand on trouve des nitrates dans des matériaux qui ne contiennent ni matières animales ni matières végétales, l'acide peut n'être pas formé sur place, mais bien au milieu de l'atmosphère, dans certaines circonstances électriques; toutefois les principes de la formation de l'acide nitrique sur la terre n'éprouveront, par la connaissance de ce fait, aucun changement.

Je doute beaucoup que M. Longchamp ait eu connaissance du Mémoire de Luiscius (Rotterdam, 1798), sur cette question : Quelles sont les causes de la putréfaction des substances végétales et animales, et quels sont les produits qui en dérivent? Il suit des expériences de Luiscius, 1° que les substances animales et végétales, étant en contact avec l'eau, se décomposent entièrement, si pendant leur putréfaction l'air a un libre accès; 2° que l'air accélère cette décomposition singulièrement; 3° que, dans ces deux conditions (l'air et l'eau ayant un libre accès), *il se produit beaucoup d'acide nitrique* et peu d'ammoniaque; 4° que ces sub-

stances se putréfient dans un temps très-différent, dans l'ordre suivant : l'urée, le gluten, la gélatine animale, la fibre musculaire, l'amidon, le blanc d'œuf, la gomme, le sucre, la fibrine végétale, etc.

J'observe encore que Luiscius n'avait pas en vue, dans ses recherches, la production de l'acide nitrique, et que dès-lors ses conclusions sont tout-à-fait impartiales. D'ailleurs on sait que, durant la putréfaction des substances végétales sous l'eau (par exemple, au fond des marais), leur carbone se combine avec de l'hydrogène, et qu'à l'air libre il forme de l'acide carbonique; cette analogie est si parfaitement conforme à la décomposition des substances animales, qu'elle ne laisse aucun doute sur le mode même dont cette dernière s'opère. Je pourrais citer encore un grand nombre de faits qui démontrent la formation de l'acide nitrique par l'azote des matières azotées ; mais je me bornerai aux suivans, qui ne sont pas non plus favorables à la théorie de M. Longchamp. Marggraf (*Chymische Schriften*, p. 3) trouva du nitre dans quelques eaux de puits ; M. Berzelius (*Afhandlingar i Fisik, Kemi och Mineralogi*, p. 209.) a trouvé de même une quantité considérable de nitrates dans une eau de puits à Stockholm.

J'ai analysé 12 eaux de puits à Giessen, et toutes contenaient des nitrates en plus ou moins grande quantité. Au contraire, 3 différentes eaux tirées de puits situés à une lieue de Giessen, et celles de 6 autres qui se trouvent à 200 ou 300 pas de la ville, n'ont donné aucune trace de nitre ou de nitrates. J'observe encore que toutes ces eaux contenaient du carbonate de chaux

en dissolution. Au fond des puits se trouvent cependant réunies, d'après M. Longchamp, toutes les circonstances favorables à la formation de l'acide nitrique (p. 10 broch. part.), c'est-à-dire, *un terrain humide, entouré d'un air humide.*

Note *sur la Présence de l'Ammoniaque dans les minéraux argileux.*

Par M. Bouis fils, de Perpignan.

Occupé à l'analyse de divers gypses, je fus successivement amené à la recherche de l'ammoniaque dans un de ces matériaux de troisième formation, répandant une forte odeur argileuse par insufflation. Délayé dans un peu d'eau, il dégageait la même odeur; mais elle était bien plus caractérisée encore, lorsqu'on employait une dissolution de potasse caustique : ainsi humecté, il se recouvrait de vapeurs blanches très-sensibles par l'approche d'un tube plongé d'abord dans de l'acide hydro-chlorique.

Ces premiers essais donnant lieu de croire qu'il y avait dégagement d'ammoniaque, j'ai mis du même gypse argileux pulvérisé dans un verre à réactif; je l'ai imprégné d'une dissolution de potasse caustique, et j'ai recouvert le tout avec du papier de tournesol rougi; il a suffi de quelques instans pour faire passer ce papier au bleu, couleur qui est redevenue insensiblement rouge par le contact de l'air, et bien plus rapidement au moyen d'une légère chaleur.

La présence de l'ammoniaque ainsi constatée dans ce gypse chargé d'argile, j'ai présumé que cet alcali pourrait exister dans toutes les substances terreuses qui émettent l'odeur argileuse. Afin de vérifier cette supposition, un grand nombre de minéraux terreux ont été humectés avec une dissolution de potasse caustique et recouverts avec du papier de tournesol rougi. Ce papier a été toujours ramené à une teinte bleue plus ou moins décidée, selon que la matière terreuse répandait une odeur argileuse plus ou moins forte. Cette action s'est continuée pendant tout le temps de la manifestation de l'odeur argileuse; il était facile de le vérifier en changeant le papier rougi à mesure qu'il devenait bleu. Avec de l'argile ordinaire, ce dégagement alcalin a duré pendant plus de deux jours, à une température de 10° c.

J'ai ainsi essayé de la terre à pipe, plusieurs autres argiles, des gypses impurs de diverses formations, du plâtre de Paris, des pierres stéatiteuses antérieures à la présence des corps organisés. L'antiquité d'origine n'influe en rien sur le dégagement ammoniacal; tous les minéraux dont l'odeur argileuse a été rehaussée par l'action de la potasse, ont bleui le papier rouge de tournesol.

L'on admet assez généralement que l'odeur particulière aux argiles est due à des oxides de fer qui altèrent leur pureté. Il est assez difficile d'expliquer comment des oxides métalliques entièrement fixes peuvent rendre odorans d'autres corps inertes. L'indication de la présence de l'ammoniaque dans les fossiles argileux peut amener à se rendre raison de l'odeur qu'acquièrent ces minéraux par la simple impression de l'humidité, et avec des dissolutions alcalines caustiques.

L'ammoniaque serait le véhicule de l'odeur particulière aux matériaux argileux.

Un phénomène à peu près analogue se retrouve dans plusieurs matières odoriférantes, telles que le musc, le tabac, etc., qu'une parfaite dessication rend presqu'inodores, mais dont l'odeur caractéristique reparaît au moyen d'une faible dissolution ammoniacale.

Perpignan, le 5 novembre 1826.

Errata *du Cahier précédent.*

Page 162, ligne 28, *au lieu de :* savoir qu'aucun corps métallique, le charbon excepté, ne peut conduire, etc.; *lisez :* savoir qu'aucun corps, excepté les corps métalliques et le charbon, ne peut conduire, etc.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	755,06	+23,8		755,12	+23,8		753,36	+25,8		754,94	+20,0		+25,7	+14,0	Eclaircies.	S.
2	754,94	+28,0		751,02	+27,3		752,22	+29,6		752,62	+21,0		+24,6	+15,5	Quelques nuages.	S. E.
3	754,60	+19,5		757,04	+21,0		757,60	+21,7		760,84	+16,4		+21,7	+15,2	Couvert.	O.
4	764,50	+20,4		764,23	+22,6		763,62	+24,5		762 92	+19,5		+24,5	+12,0	Nuageux.	O.
5	762,24	+18,6		762 16	+22,2		761,94	+21,7		764,07	+17,2		+22,5	+17,0	Couvert.	N.
6	765,83	+18,3		765,70	+20,8		765,16	+21,5		765,30	+17,5		+21,5	+13,0	Petits nuages.	N. E.
7	765,82	+19,4		765,50	+22,0		761,87	+23 0		764,82	+20,2		+23,5	+11,7	Légers nuages.	N. E.
8	765,70	+23,8		765,30	+25,5		764,44	+26,5		765,24	+18,5		+26,5	+15,5	Nuageux.	N.
9	764,78	+22,7		764,23	+25,6		763,30	+26,0		762,56	+19,0		+26,0	+14,2	Quelques nuages.	N. O.
10	762,29	+18,6		761,94	+22,5		760,60	+23,5		759,02	+19,6		+23,5	+15,7	Nuageux.	O N. O.
11	759,92	+16,5		759,60	+20,7		759,50	+21,5		760 05	+17,0		+21,5	+13,2	Quelq. petit. éclairc.	O. N. O.
12	760,82	+18,9		760 90	+20,5		760,58	+21,0		760,54	+16,8		+21,0	+14,0	Quelq. petits nuages.	N. E.
13	760,53	+18,5		760 20	+20,5		759,40	+21,7		759,12	+17,3		+21,7	+12,5	Serein.	E N. E.
14	758,50	+19,3		757,65	+22,0		756,53	+23,5		756,10	+18,5		+23,5	+12,5	Nuages légers.	E.
15	755,40	+16,0		755,53	+23,0		755,15	+23,1		755,65	+18,7		+23,1	+13,7	Très-nuageux.	N. E.
16	756,18	+22,3		756,09	+25 3		755,95	+23,3		756,47	+19,3		+25,6	+14,4	Très-nuageux.	O. N. O.
17	757,17	+21,4		757,37	+24,5		757,04	+24,0		757,75	+19,2		+24,5	+13,5	Très-nuageux.	N. O.
18	759,09	+21,8		758,65	+23,9		758,17	+26,4		759,14	+19,3		+25,4	+13,8	Quelques nuages.	O.
19	759,64	+24,0		758,44	+26,5		757,50	+25,2		756,82	+18,[illegible]		+26,5	+16,2	Eclaircies.	O. S O.
20	754,50	+21,0		753,67	+22,6		753,44	+19,3		754,78	+15,5		+22,5	+14 8	Couvert.	S O. fort.
21	757,60	+18,5		757,97	+22,0		758,60	+21,2		759,05	+15,7		+22,0	+11,7	Eclaircies.	O.
22	759,13	+22,3		758,38	+23,8		757,60	+24,5		757,44	+18,2		+24,5	+13,8	Nuageux.	S.
23	758,80	+21,5		758,70	+25,5		758,64	+25,5		759,70	+20,5		+25,5	+16,0	Eclaircies.	S. O.
24	759,80	+24,1		759,27	+27,0		758,07	+27,1		757,42	+22,3		+27,1	+15,5	Quelq pet. éclairc.	N. O.
25	755,94	+27,1		755,50	+29,2		755,00	+29,2		758,76	+21,5		+30,0	+17,5	Nuages.	O. N. O.
26	760,98	+21,8		760,92	+25,3		760,20	+25,5		760,02	+21,3		+25,5	+15,5	Très-nuageux.	O
27	761,10	+22,7		761,90	+24,2		762,10	+25,7		762,86	+21,5		+25,8	+18,7	Nuageux.	N. O.
28	763,95	+22,1		763,80	+25,8		763,02	+25,4		762,52	+21,5		+25,8	+20,3	Couvert.	O. N. O.
29	761,28	+24,0		760,00	+29,4		758,45	+30,2		756,70	+26,0		+30,5	+16,0	Beau.	S. E.
30	753,64	+29,5		755,02	+26,3		757,46	+25,3		760,88	+17,8		+29,5	+17,2	Nuages.	O.
	763,78	+21,7		763,33	+22 7		762,20	+23,0		761,60	+20,0		+23,1	+12,0	Nuageux.	O. N O.
1	761,58	+21,3		761,52	+23,3		760,71	+24,4		761,23	+18,9		+24,5	+14,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	758,17	+20,0		757,81	+22,9		757,33	+22,9		757,64	+18,0		+23,7	+13,9	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 3,760
3	759,64	+23,2		759,53	+25,6		759,21	+25,7		759,80	+20,6		+26,3	+15,9	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 3,570
	759,79	+21,5		759,62	+24,0		759,09	+24,4		759,54	+19,2		+24,9	+14,7	Moyennes du mois,	+ 19,8.

SUITE.

Sur *la Combinaison du Chlore et du Cyanogène ou Cyanure de Chlore.*

Par M. Sérullas.

Il a été dit que l'odeur piquante de la substance cristallisée tenait à une certaine quantité du liquide blanc qui y adhérait ; ce qui le prouve, c'est qu'en lavant ces cristaux avec une eau contenant un peu de potasse, puis à l'eau pure, les pressant fortement après entre du papier joseph, ils cessent d'irriter les yeux, et ne conservent plus qu'une odeur très-prononcée, approchant beaucoup de celle du camphre.

Le corps cristallisé est, comme le liquide jaune, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, d'où il est aussi précipité par l'eau ; chauffé fortement dans un tube de verre, il se sublime en majeure partie sans altération, une petite portion se décompose et du charbon est mis à nu.

En faisant passer sur de la tournure de cuivre chauffée au rouge une certaine quantité du corps cristallisé, on obtient du chlorure de cuivre et du charbon ; un peu d'acide carbonique et d'hydrogène carboné a été recueilli. La présence de ces deux gaz dépend d'un peu d'eau qu'il est difficile d'enlever au corps cristallisé ; mais on voit que leur formation ne peut tenir à l'existence d'hydrogène et d'oxigène comme faisant partie de ses élémens ; aucune théorie, d'après les propriétés que nous avons reconnues, et au liquide jaune et au corps

cristallisé, ne pourrait se concilier avec une telle supposition, puisqu'on ne peut admettre dans leur composition ni acide hydro-cyanique, ni acide cyanique, ni cyanure de chlore, ni acide chloroxicarbonique ; la combinaison de ce dernier n'y étant aucunement probable. Tous ceux de ces corps qui nous sont connus ont une odeur analogue entr'eux, même avec le chlorure d'azote ; des méprises, à cet égard, pourraient avoir lieu si l'on voulait tirer des inductions de cette propriété physique.

Le liquide blanc, après avoir été distillé plusieurs fois sur du chlorure de calcium et du marbre, décomposé sur de la tournure de cuivre, donne les mêmes produits que le corps cristallisé, mais beaucoup plus de chlorure de cuivre et d'hydrogène carboné ; ce qui doit être, vu son association à une assez grande quantité d'acide hydro-chlorique.

Des faits ci-dessus exposés, voici les conséquences qu'on peut tirer sur la composition du liquide jaune : auparavant reproduisons en somme ses propriétés ; il a une odeur piquante et tout à la fois aromatique particulière, qui irrite les yeux et provoque la toux ; il est insoluble dans l'eau ; il se dissout dans l'alcool duquel il est séparé par l'eau ; mis en contact avec ce dernier liquide, il ne donne d'abord aucun signe d'acidité ; mais avec le temps il le convertit en acide hydro-chlorique très-concentré ; dégageant en même temps de l'azote et de l'acide carbonique, dont la formation est accompagnée de celle d'une matière blanche, solide, volatile, susceptible de cristalliser, soluble aussi dans l'alcool et précipitable par l'eau ; ayant une odeur de camphre ; donnant dans sa

décomposition du chlore et du carbone ; caractères dont l'ensemble présente ceux attribués aux chlorures de carbone.

Le liquide jaune serait donc un mélange de proto-chlorure de carbone et de chlorure d'azote.

La dissolution de cyanure de mercure, exposée avec du chlore au soleil, se convertit successivement en bi-chlorure de mercure et en cyanure de chlore ; mais à mesure que ce dernier est produit, du chlore non combiné est à son contact et réagit sur lui par l'influence solaire, partage les élémens du cyanogène, forme avec eux le chlorure d'azote et le chlorure de carbone ; action très-probablement analogue à celle du chlore sur l'hydro-carbure de chlore qu'il transforme, dans la même circonstance, en perchlorure de carbone et en acide hydro-chlorique.

Une dissolution de cyanure de chlore mise au soleil avec du chlore donne très-abondamment du liquide jaune.

Le liquide jaune, considéré comme un mélange de proto-chlorure de carbone et de chlorure d'azote, contient toujours une certaine quantité d'eau, puisque sa production a lieu sur ce liquide, dont il va ensuite occuper le fond ; du reste, lorsqu'il a été préparé avec les matériaux secs, il ne peut être séparé du bi-chlorure de mercure avec lequel il ne fait pâte que par l'intermède de l'eau : le chlorure d'azote qui s'y trouve, à peine formé, tend à se décomposer et détermine en même temps la décomposition de l'eau ; l'hydrogène s'unit au chlore, forme l'acide hydro-chlorique qu'on y trouve en si grande quantité ; l'oxigène brûle une partie

du carbone, du proto-chlorure le faisant ainsi passer à l'état de perchlorure dont la majeure partie reste dissoute dans l'acide hydro-chlorique, ou, pour mieux dire, dans le proto-chlorure non transformé en perchlorure, lequel est uni intimement avec l'acide hydrochlorique, formant avec lui une espèce de corps gras, huileux, volatil, d'une odeur extrêmement piquante, qui tache le papier à la manière des huiles, et disparaît au bout de quelque temps sans laisser des traces de son contact.

Le liquide blanc huileux, laissé sous l'eau, dépose avec le temps des cristaux de perchlorure de carbone; l'eau enlève une partie de l'acide qui les tenait en dissolution, et détermine la cristallisation; mais on ne parvient pas, ni par la distillation, même sur le marbre, ni par le contact avec la potasse, à enlever entièrement à ce liquide blanc son odeur piquante; l'acide hydro-chlorique, auquel est due cette odeur, est pour ainsi dire combiné avec lui de manière à en former un composé assez stable.

Maintenant comment admettre qu'un chlorure d'azote dont la décomposition s'opère si promptement et si violemment, soit par la chaleur, 30 degrés suffisent, soit par le simple contact de certains corps, jouisse, dans ces mêmes circonstances, d'une certaine stabilité, et que sa décomposition puisse s'effectuer paisiblement sans la moindre manifestation de ses redoutables propriétés : son union intime avec le chlorure de carbone ne serait-elle pas la cause de ce changement, tout extraordinaire qu'il puisse paraître? Déjà MM. Berzelius et Marcet, ont observé que du sulfure de carbone mêlé au

chlorure d'azote l'empêchait de détoner; ou bien notre chlorure d'azote serait-il une combinaison de chlore et d'azote particulière différente de celle découverte par M. Dulong.

Pour éclairer sur la première hypothèse, et voir jusqu'à quel point on pouvait s'y arrêter, j'ai préparé du chlorure d'azote à la manière ordinaire; je l'ai mêlé avec une petite quantité du liquide jaune; un fragment de phosphore projeté au milieu en a déterminé la décomposition sans aucune détonation; ce que j'ai répété plusieurs fois avec le même résultat. Cependant on ne peut pas comparer absolument cet effet à celui du phosphore mis en contact avec le liquide jaune seul; la décomposition est lente, et le chlorure de carbone reste avec son odeur piquante. Mais on doit encore tenir compte de la différence qu'il y a entre un simple mélange artificiel et celui qui s'est opéré à l'état naissant, atome à atome, ainsi que cela a lieu dans la formation du liquide jaune. D'ailleurs, c'est un fait que je devais faire connaître sans prétendre qu'il soit suffisant pour mettre hors de doute l'identité.

Toutefois, aucune autre supposition ne coïncide mieux avec les faits, excepté celle d'un cyanure de chlore avec excès de chlore, lequel excès, combiné, en changerait entièrement les propriétés sans aucune ressemblance avec son congénère, puisque celui-ci est liquide, puisqu'il ne donne pas de vert, puisqu'il décompose l'eau, dont les élémens sont indispensables à la production des corps nouveaux dans lesquels se transforme le liquide jaune, puisqu'enfin il n'est pas, il s'en faut de beaucoup, aussi délétère; car un lapin, à qui on en a fait

avaler une assez forte quantité, n'est mort que plusieurs heures après; tandis que le cyanure de chlore, comme on le verra plus bas, tue sur-le-champ à des doses infiniment petites.

Nous reprenons le cyanure de chlore, et nous arrivons à ses propriétés.

Le cyanure de chlore est solide à la température de 18 degrés au-dessous de zéro; il cristallise alors en très-longues aiguilles transparentes; dans cet état, il n'a pas de tension; on peut respirer aux goulots des flacons sans en être incommodé; il est liquide de 12 à 15 degrés au-dessous de zéro, ou sous une pression de quatre atmosphères, la moitié de la somme des atmosphères sous le poids desquelles ses élémens séparés se liquéfient, la température étant à 20 + 0; il peut conséquemment être gardé à l'état liquide dans un tube qu'on ferme à la lampe, pendant qu'on l'y maintient solide au moyen du bain frigorifique; dans sa liquidité, il est limpide et incolore comme l'eau; son odeur, déjà observée par M. Gay-Lussac, est insupportable et excite le larmoiement.

Le cyanure de chlore est très-soluble dans l'eau et l'alcool; sous la pression ordinaire et à la température de 20 + 0, l'eau est susceptible d'en dissoudre vingt-cinq fois son volume, l'alcool cent fois, l'éther moitié moins; son absorption par l'alcool est presque aussi prompte que celle du gaz ammoniaque par l'eau.

Il peut rester en dissolution dans l'eau un temps très-long, probablement indéfiniment, sans éprouver d'altération notable; on peut le séparer de cette dissolution par l'ébullition; et c'est le moyen que j'ai pres-

que toujours employé pour isoler celui dont j'avais besoin pour mes expériences ; je m'y prenais ainsi :

La dissolution du bi-chlorure de mercure, résidu de la préparation du liquide jaune, contient toujours plus ou moins de cyanure de chlore. Ces dissolutions réunies sont soumises à l'ébullition dans un ballon qu'on met en communication d'abord avec un flacon contenant un mélange de chlorure de calcium et de marbre concassé, puis avec un tube horizontal un peu long, d'un assez fort diamètre, renfermant encore du chlorure de calcium ; à celui-ci est adapté le tube ordinaire plus étroit, courbé à angle droit, qui se rend dans un flacon vide placé au milieu d'un mélange frigorifique. L'ébullition chasse le cyanure de chlore, qui, passant sur le chlorure de calcium et le marbre, se dépouille de son humidité et de l'acide hydro-chlorique s'il y en avait, et vient cristalliser. On a ainsi des masses de cristaux de cyanure de chlore, très-durs, susceptibles de se briser en les pressant avec un tube.

Le cyanure de chlore privé de cyanogène et d'acide hydro-chlorique ne précipite pas par le nitrate d'argent, ne rougit pas le papier de tournesol, et n'altère pas celui de curcuma, que l'on touche avec les papiers réactifs mouillés, le cyanure de chlore, soit en dissolution dans l'eau ou dans l'alcool, soit liquide ou gazeux. Il se produit quelquefois une altération sur le tournesol en prologeant le contact, mais elle doit dépendre de l'alcali que contient cette substance. Il sera question tout-à-l'heure des changemens que les alcalis font subir au cyanure de chlore.

Le papier de tournesol est aussi quelquefois rougi

par le cyanure de chlore qui n'a pas été séparé et purifié par le moyen de la cristallisation; mais il revient à sa couleur primitive par son exposition à l'air : cette altération est due à la présence du cyanogène; comme d'autrefois elle est permanente, elle dépend alors de l'acide hydro-chlorique.

Les cyanures de chlore, de bromure et d'iode sont des combinaisons bien stables, ne décomposant pas l'eau, quoiqu'en contact prolongé avec ce liquide. Cependant on remarque, après un temps très-long, dans les flacons contenant le cyanure d'iode cristallisé, une légère atmosphère violette. Il est probable qu'il en sera de même pour le cyanure de chlore; quelques parties de chlore seront mises en liberté avec le temps, se mêleront avec le cyanure de chlore; ce qui pourrait induire en erreur dans l'examen de ses propriétés.

Le cyanure de chlore est très-caustique. Pendant mes expériences j'ai éprouvé que son contact, même à l'état gazeux, avec la peau la plus légèrement entamée, était très-douloureux.

Il est aussi excessivement délétère. Cinq centilitres de ce gaz (à peu près 2 grains $\frac{1}{4}$) ont été dissous dans un peu d'eau, la moitié était à peine introduite, au moyen d'un entonnoir, dans l'œsophage d'un lapin; que l'animal n'a pu avaler le surplus, étant déjà foudroyé par les premières portions.

La circonstance qui mettait, pour la première fois, du cyanure de chlore très-pur à notre disposition, devait nécessairement nous conduire à déterminer par l'expérience les proportions de ses élémens. J'ai employé le même moyen que M. Gay-Lussac a mis en usage

pour cette même analyse, si habilement faite au milieu de toutes les difficultés, qui lui présentait un gaz impur; c'est en chauffant à la lampe à l'alcool de l'antimoine avec du cyanure de chlore, dans une cloche de verre sous le mercure. J'ai trouvé qu'après la formation du chlorure d'antimoine, l'absorption était exactement la moitié du volume total soumis à l'expérience, et le résidu gazeux du cyanogène pur. Telle est la composition que M. Gay-Lussac a établie par ses calculs aussi justes qu'ingénieux.

Le cyanure de chlore est donc formé de :

Chlore......	1,215	1 atome;
Cyanogène...	0,901	1 atome.

Avant de terminer, je vais dire un mot de l'action de la potasse caustique sur les trois cyanures, et de la couleur verte qu'ils produisent avec le sulfate de fer.

Les cyanures de chlore, de brome et d'iode éprouvent de la part des alcalis une action très-remarquable; elle a été signalée par M. Bertholet pour le cyanure de chlore, mais elle n'a été exactement constatée que par M. Gay-Lussac. J'ai reconnu qu'elle est absolument la même pour les trois cyanures, ce dont il était important de s'assurer.

En faisant passer une dissolution concentrée de l'un des trois cyanures précités sous une cloche pleine de mercure, y introduisant successivement une dissolution de potasse et un peu d'acide, l'action est très-vive; du gaz acide carbonique est produit très-abondamment; pas le moindre dégagement de gaz avant l'addition de l'acide. La dissolution, après ces dernières épreuves,

traitée par un excès de chaux, laisse exhaler de l'ammoniaque.

La dissolution de cyanure de chlore, mêlée avec la potasse, du sulfate de fer et un acide, ne donne pas de vert. Mais si l'on commence par le sulfate de fer, puis la potasse, ensuite l'acide, la coloration en vert est produite. Cette belle et importante observation est encore due à M. Gay-Lussac.

J'obtiens le même résultat en traitant de la même manière le cyanure de brome.

Mais le cyanure d'iode, qui se comporte avec les alcalis comme les deux autres, présente cette différence avec le sulfate de fer, qu'il se colore en vert en le combinant directement avec la potasse, faisant suivre l'addition du sulfate de fer et celle de l'acide, ce que j'avais déjà reconnu dans mon Mémoire sur le cyanure d'iode.

Résumé.

On voit, d'après ce qui précède, que l'acide chlorocyanique est un cyanure de chlore qui vient prendre place à côté des cyanures de brome et d'iode, et occuper le premier rang dans cette série de corps bien caractérisés;

Que sa préparation, comme celle des deux autres, n'offre aucune difficulté; que tous les trois peuvent s'obtenir de la même manière, en mettant en contact, à la température ordinaire (1), dans des flacons fermés,

(1) On obtient très-bien le cyanure d'iode en abandonnant à la température ordinaire le mélange d'iode et de cya-

[redacted]

ou le chlore, ou le brome, ou l'iode, avec du cyanure de mercure humide et même dissous, en évitant la lumière pour le cyanure de chlore (1); que l'on peut séparer ces cyanures de leur dissolution aqueuse, dans laquelle ils n'éprouvent pas d'altération par l'ébullition, en donnant à l'appareil les dipositions convenables pour les dessécher, et les condenser sous forme de cristaux, au moyen du refroidissement très-différent qu'exige chacun de ces trois cyanures; et pour servir de règle à cet égard, nous redirons :

Le cyanure d'iode reste cristallisé jusqu'à 100 degrés au-dessus de zéro, terme après lequel il se vaporise entièrement; son passage de l'état solide à l'état liquide n'a pu être observé.

Le cyanure de brome reste solide et cristallisé à 16 degrés +0; lorsqu'il est bien sec, le point de l'échelle où il passe de l'état solide à l'état liquide ne peut être saisi.

Le cyanure de chlore reste solide et cristallisé à 18—0; il est liquide de 12 à 15—0, ou bien sous une pression de quatre atmosphères, la température étant à 20+0, pouvant alors être renfermé dans des tubes qu'on scelle à la lampe; il est gazeux à 12—0.

---

nure de mercure humecté et renfermé dans un flacon; mais l'action est lente; on peut la hâter par une légère chaleur.

(1) Je n'ai pas encore pu constater si le cyanure de brome ou le mélange de brome et de cyanure de mercure n'éprouvent pas, sous l'influence solaire, un changement analogue à celui que subit, dans cette circonstance, le cyanure de chlore.

Ces trois cyanures sont susceptibles de retenir de l'eau de cristallisation, laquelle fait varier le terme de leur solidification qui peut s'opérer, lorsqu'ils sont humides, à une température relative plus élevée.

Ils affectent tous trois la même forme cristalline, celle de longs prismes transparens; seulement le cyanure de brome, abandonné à lui-même, éprouve un changement; les longues aiguilles sous lesquelles il se montre dès les premiers momens de sa préparation, se convertissent en cubes qui, vu la grande volatilité de ce corps, se fixent et se groupent, souvent du jour au lendemain, vers le point du vase qui, par sa position ou par une circonstance quelconque, est le plus froid.

On voit enfin que le cyanure de mercure avec le chlore donnent des produits différens selon que l'action qu'ils exercent l'un sur l'autre a lieu dans l'obscurité ou à la lumière solaire; que, dans le premier cas, s'ils sont humides, ils se transforment en totalité en cyanure de chlore et en bi-chlorure de mercure; que, dans le second, le cyanure de mercure est dissous, et selon la plus ou moins grande vivacité des rayons solaires, on a, s'ils sont très-intenses, peu de cyanure de chlore, et beaucoup proportionnellement d'un liquide jaune considéré comme un mélange de chlorure, d'azote et de proto-chlorure de carbone; que ce liquide peut être converti entièrement, par des distillations répétées sur du marbre, en azote et acide carbonique, en perchlorure de carbone, en proto-chlorure de carbone et en acide hydro-chlorique, dont une partie reste combinée avec ce dernier, formant avec lui un corps oléagineux, incolore, très-piquant, surnageant souvent l'eau, en

raison de son union à de l'acide hydro-chlorique qui diminue sa pesanteur spécifique, étant soluble dans l'alcool comme le perchlorure, de laquelle dissolution il est précipité également comme lui par l'eau.

En finissant, j'ai l'honneur de faire observer à l'Académie, ainsi que je l'ai déjà fait à l'occasion de mes Mémoires sur les cyanures de brome et d'iode, que l'étude de ce genre de corps présente beaucoup de difficultés, parce qu'ils sont très-volatils, parce qu'ils sont excessivement délétères, et que de telles recherches ne peuvent être suivies avec toute la persévérance qu'elles exigent sans de graves inconvéniens pour la santé. Ma remarque n'a point pour objet de relever aux yeux de l'Académie le mérite de mon travail, mais seulement pour appeler son indulgence sur ce qui peut y manquer, sur ce que je reconnais moi-même y manquer.

Paris, le 2 juillet 1827.

Bromure *de Sélénium.*

Par M. Sérullas.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 16 juillet 1827.)

Le sélénium se combine au brome en beaucoup de proportions; cependant j'ai cru remarquer que 5 parties de brome sur 1 partie de sélénium donnaient un composé plus stable.

On verse le brome sur le sélénium en poudre contenu dans un tube de verre un peu large, afin que le

sélénium présente plus de surface. La combinaison s'opère vivement avec un bruit semblable à celui produit par l'immersion d'un fer rougi dans l'eau ; il y a développement de beaucoup de chaleur ; tout est solidifié à l'instant. On réussit également en versant le sélénium sur le brome.

Le bromure de sélénium a l'aspect rouge-brun du phosphure d'iode, et quelques parties sont jaunâtres comme le chlorure d'iode ; il répand des vapeurs à l'air, en exhalant une odeur tout-à-fait analogue à celle du chlorure de soufre.

L'eau le dissout entièrement, sauf quelques flocons de sélénium qui se précipitent. La liqueur filtrée est incolore quand il n'y a pas de brome libre ; elle est fortement acide, et ne contient que de l'acide sélénique et de l'acide hydro-bromique.

Cette dissolution de bromure de sélénium, saturée par la potasse, donne par l'évaporation un mélange cristallisé des deux sels, séléniate et hydro-bromate ; en y versant, soit avant sa saturation par la potasse, soit après, de l'acide hydro-chlorique, le sélénium se précipite en flocons d'un beau rouge de kermès.

Quand on tient plongée dans la dissolution de bromure de sélénium une lame de fer ou de zinc, elle donne lieu à une action assez vive, surtout avec le zinc ; de l'hydrogène se dégage abondamment, du sélénium recouvre en masse la lame métallique, y adhère à la manière d'un métal précipité de sa dissolution par un autre ; en agitant, on détache le sélénium, ainsi qu'une multitude de bulles du gaz qui y sont également retenues. Le sélénium étant séparé par la filtration, on

peut, par le moyen ordinaire, par le carbonate de potasse, transformer l'hydro-bromate de zinc en oxide de zinc qui se sépare, et en hydro-bromate de potasse qui reste en dissolution.

Cette action du zinc ou du fer, dans la dissolution de bromure de sélénium, est la même que celle observée dans le contact de l'un ou l'autre de ces métaux avec l'acide sélénique, dans léquel de l'acide hydro-chlorique a été ajouté.

La désoxigénation du sélénium est opérée ; de l'hydrogène est mis en liberté par suite de la décomposition de l'eau. Ne serait-ce qu'une partie de celui-ci, l'autre serait-elle employée à la réduction de l'acide sélénique? Ou bien y aurait-il, comme pour les métaux, formation d'un élément de la pile? Une très-légère odeur de chou pourri s'y fait sentir, caractère attribué à l'oxide de sélénium.

En chauffant fortement le bromure de sélénium, une partie se volatilise et se condense en prenant un aspect jaune, l'autre se décompose en brome et en sélénium.

Le défaut de matériaux ne m'a pas permis de donner plus d'extension à l'étude de ce nouveau composé.

HAIDINGÉRITE, *minerai d'antimoine d'Auvergne d'espèce nouvelle.*

PAR Mr P. BERTHIER.

Il existe du sulfure d'antimoine en une multitude de lieux, dans la formation de gneis qui occupe l'Au-

vergne : on l'y trouve tantôt en filons réglés, tantôt en veines et tantôt en amas; mais si les gîtes sont très-multipliés, malheureusement ils sont en même temps presque toujours peu productifs : aussi les exploitans sont-ils obligés d'en attaquer un grand nombre à la fois pour pouvoir maintenir l'extraction sur un pied uniforme.

Le sulfure d'antimoine d'Auvergne est en général assez pur, et l'on en retire du régule de bonne qualité ; mais, il y a quelques années, on en a découvert, auprès du village de Chazelles, un nouveau filon qu'on s'est trouvé bientôt contraint d'abandonner, parce que le minerai qu'il fournissait ne donnait aux fabricans de régule qu'un antimoine terne dont les consommateurs n'ont pas voulu faire usage. L'exploitant m'ayant remis quelques échantillons de ce minerai, j'ai reconnu qu'il constitue une espèce distincte et nouvelle, et je lui ai donné le nom d'*haidingérite*, en l'honneur de M. Haidinger, savant minéralogiste, habitant d'Edimbourg, qui enrichit chaque jour la science par ses recherches, et dont j'ai l'avantage d'être l'ami.

L'haidingérite ne s'est pas encore rencontrée sous des formes régulières; mais elle présente, dans quelques cavités, des rudimens de cristaux prismatiques, qui, quoique n'étant pas rigoureusement déterminables, suffisent cependant pour qu'on puisse s'assurer que sa forme principale n'est pas la même que celle du sulfure d'antimoine. Le nouveau minéral est ordinairement en masses confusément lamellaires, mêlé de quarz hyalin, de chaux carbonatée ferrifère blonde et de pyrite

en grains cubiques. Sa couleur est le gris de fer : sa surface est souvent couverte de teintes irisées. Il n'a pas, à beaucoup près, autant d'éclat que le sulfure d'antimoine, et sa nuance ne tire pas du tout sur le bleu. Il ne fait pas éprouver le moindre mouvement à l'aiguille aimantée. Je n'ai pas pu m'en procurer des morceaux assez purs pour pouvoir en prendre la pesanteur spécifique.

J'en ai purifié une certaine quantité pour l'analyse, en pilant, tamisant et lavant à l'augette à main ; par ce moyen, j'en ai séparé la plus grande partie du quarz et de la pyrite, et la totalité de la chaux carbonatée.

Au chalumeau, la poudre se fond aisément ; mais elle ne présente aucun caractère particulier. L'acide muriatique l'attaque aisément ; l'action commence à avoir lieu, même à froid ; il se dégage du gaz hydrogène sulfuré pur, et tout se dissout, à l'exception d'une petite quantité de quarz et de pyrite de fer, mais sans aucun dépôt de soufre : la liqueur ne tient en dissolution que de l'antimoine, du fer et une très-petite quantité de zinc. Ces caractères démontrent suffisamment que l'haidingérite est composée de sulfure d'antimoine et de sulfure de fer, et que les deux métaux s'y trouvent au *minimum* de sulfuration.

J'ai procédé à l'analyse comme il suit : pour doser le soufre, j'ai chauffé au creuset d'argent 4 gr. de la poudre bien porphyrisée avec 20 gr. de carbonate de soude sec et 10 gr. de nitre : la réaction a commencé à se manifester à la chaleur sombre, mais sans défla-

gration ni boursoufflement. A la chaleur rouge, la matière est entrée en pleine fusion bien liquide. Après avoir délayé dans l'eau et bien lavé, il est resté sur le filtre de l'antimoniate de fer d'un rouge d'ocre pâle, et qui, à en juger par son poids, devait retenir de la potasse en combinaison. La dissolution, mise en ébullition après avoir été saturée d'acide nitrique pur, afin d'en expulser l'acide carbonique, a donné avec le muriate de baryte un précipité de sulfate de baryte, d'après le poids duquel il a été facile de déterminer la proportion du soufre.

Pour doser le quarz et la pyrite, on a fait bouillir une certaine quantité du minéral en poudre avec de l'acide muriatique concentré; on a fait sécher le résidu et on l'a pesé; puis on l'a traité par l'eau régale, on l'a calciné et on a pesé de nouveau : la matière insoluble était du quarz pur : on a eu la proportion de la pyrite par différence.

J'ai cherché la proportion de l'antimoine et du fer de deux manières :

1°. J'ai fait dissoudre, par le moyen de l'acide muriatique, une certaine quantité d'haidingérite que j'avais placée dans une cornue dont le bec plongeait dans un vase contenant de l'eau : j'ai remarqué que vers la fin de l'opération il s'est formé dans ce vase un dépôt brun floconneux de sulfure d'antimoine; la quantité en était très-petite, mais je l'ai appréciée. La production de ce sulfure vient de ce qu'au moment où la dissolution a acquis un certain degré de concentration, les vapeurs muriatiques qui s'en dégagent entraînent avec elles une

petite quantité de chlorure d'antimoine qui, se condensant dans de l'eau déjà chargée d'hydrogène sulfuré, doit se décomposer immédiatement. J'ai ajouté beaucoup d'eau à la dissolution fortement rapprochée, pour en précipiter la plus grande portion de l'antimoine à l'état d'oxi-chlorure dont la composition est connue. Cet oxi-chlorure était mêlé avec le quarz et la pyrite; mais on a vu que la proportion de ces substances avait été préalablement déterminée.

Le reste de l'antimoine a été précipité de la dissolution par le moyen d'un courant de gaz hydrogène sulfuré : après quoi, la liqueur a été rapprochée et mise en ébullition avec de l'acide nitrique pour amener le fer à l'état de péroxide, et l'on en a précipité ce péroxide par l'ammoniaque en excès : la dissolution ammoniacale a donné ensuite un léger précipité blanc de sulfure de zinc lorsqu'on y a versé quelques gouttes d'un hydro-sulfate alcalin.

2°. Après avoir dissous l'haidingérite comme il vient d'être dit, j'ai ajouté de l'acide tartrique à la dissolution, comme l'a indiqué Mr H. Rose, et je l'ai ensuite étendue d'eau; elle ne s'est pas troublée, et j'ai pu en précipiter la totalité de l'antimoine à l'état de sulfure par le moyen de l'hydrogène sulfuré : j'ai pesé ce sulfure encore chaud, et je me suis assuré, en le dissolvant dans l'acide muriatique, qu'il ne contenait pas d'excès de soufre. Le fer a été dosé ensuite par l'ammoniaque.

Le résultat moyen de plusieurs analyses a été :

Quarz.........	0,032 ;
Pyrite de fer...	0,032 ;
Soufre.........	0,283 ;
Antimoine......	0,483 ;
Fer...........	0,149 ;
Zinc...........	0,003 ;
	0,982 ;

ou indépendamment de la gangue,

Soufre....	0,303, ce qui donne	Sulfure d'antimoine.	0,715 ;
Antimoine.	0,520,	Proto-sulfure de fer.	0,255 ;
Fer.......	0,160,	Sulfure de zinc.....	0,005.
Zinc......	0,003.		0,975.
	0,986.		

D'après ce résultat, il est évident que l'haidingérite se compose de 4 atomes de sulfure d'antimoine et de 3 atomes de proto-sulfure de fer ; car, dans cette supposition, le calcul donne :

Soufre....	0,2985-18 at. ou	Sulfure d'antimoine.	0,732-4 at.
Antimoine.	0,5330- 4 at.	Proto-sulfure de fer.	0,268-3 at.
Fer.......	0,1685- 3 at.		1,000.
	1,0000.		

Sa formule est donc $3fS^2 + 4SbS^3$. Cette formule, compliquée en apparence, exprime cependant un rapport très-simple ; car elle fait voir que l'haidingérite est constituée de telle manière que dans le sulfure négatif (le sulfure d'antimoine) il y a deux fois autant de soufre que dans le sulfure positif (le sulfure de fer) ; le même rapport s'est déjà présenté dans la jamme-

sonite, analysée par Mr H. Rose, et qui est composée de 4 atomes de sulfure d'antimoine, combinés avec 3 atomes de sulfure de plomb.

L'existence de l'haidingérite, comme espèce particulière, ne paraît pas pouvoir être contestée ; car, d'abord, les sulfures dont elle se compose s'y trouvent en proportions atômiques et dans un rapport simple ; en second lieu, l'un de ces sulfures, le sulfure d'antimoine se trouve bien à l'état isolé dans la nature, mais l'autre sulfure, le proto-sulfure de fer n'existe pas sous cet état, puisque la pyrite magnétique, qui est le moins sulfuré de tous les sulfures de fer natifs, est une combinaison de proto-sulfure et de persulfure. Enfin, comme le proto-sulfure de fer est très-fortement magnétique, s'il n'était que mélangé au sulfure d'antimoine dans le minéral de Chazelle, il communiquerait certainement à ce minéral la propriété de faire mouvoir l'aiguille aimantée : or, j'ai déjà fait observer que l'haidingérite ne possède pas cette propriété ; il y a donc combinaison entre les deux sulfures.

On imite très-facilément l'haidingérite par synthèse ; les deux sulfures d'antimoine et de fer peuvent se combiner en toutes proportions à la température de leur fusion, et il est probable qu'on les trouvera aussi dans la nature unis en d'autres proportions que dans le minéral de Chazelle.

Dans les fabriques de France, pour préparer le régule d'antimoine, on est dans l'usage de griller le sulfure au four à réverbère, et de fondre ensuite la matière grillée dans des creusets avec du carbonate de potasse et du charbon. Il est clair qu'en appliquant ce procédé,

comme on l'a fait, à l'haidingérite, on ne pouvait pas en extraire de l'antimoine pur; car la matière grillée est un mélange d'oxide d'antimoine et d'oxide de fer : or, ces deux oxides étant presqu'aussi facilement réductibles l'un que l'autre, et les deux métaux ayant une grande tendance à se combiner, il doit se produire avec les flux réductifs de l'antimoniure de fer : c'est effectivement ce qui a lieu, et je me suis assuré, par des expériences en petit, qu'il ne reste pas la plus petite trace de fer dans les scories quand le minerai a été complètement désulfuré par le grillage.

Il sera très-facile d'ailleurs d'extraire de bon régule du minerai de Chazelle, et comme le gîte est abondant, il est à souhaiter qu'on ne tarde pas à en reprendre l'exploitation. J'ai publié, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. xxv, p. 379, plusieurs procédés que l'on pourra employer. Le plus facile à exécuter consisterait à fondre les minerais dans des creusets ou dans des fours à réverbère, avec addition de fer et d'un peu de sulfate de soude mêlé de charbon. En n'ajoutant que la proportion de fer strictement nécessaire, l'antimoine serait seul désulfuré, et le sulfure de fer qui se trouve dans le minerai, ainsi que celui qui résulterait de la réaction du fer métallique sur le sulfure d'antimoine, resterait en totalité dans la scorie, rendue très-fluide par la présence du sulfure de sodium.

La proportion rigoureuse de fer à employer serait de 6 atomes pour 1 atome de minerai pur, ou 337 pour 0/0 ; mais il serait convenable de se tenir toujours au-dessous de cette proportion, au risque de perdre un peu de sulfure d'antimoine dans les scories, parce que, s'il y

avait excès de fer, il s'en combinerait une certaine proportion avec l'antimoine, ce qui en altérerait beaucoup la qualité.

SUITE DU MÉMOIRE INTITULÉ :

De *la Construction des Appareils* (burners) *destinés à brûler le gaz de l'huile et celui du charbon, et des circonstances qui influent sur la lumière émise par les gaz pendant leur combustion, avec quelques observations sur leur pouvoir éclairant relatif, et sur les différentes méthodes de l'estimer.*

Par MM. Robert Christison et Edward Turner.

II. Nous allons maintenant passer à la considération des diverses parties des becs qui peuvent avoir de l'influence sur la lumière des gaz, et nous nous occuperons d'abord du diamètre du trou des jets.

En raisonnant d'après les principes établis plus haut, on doit en conclure que dans un simple jet, le diamètre de l'ouverture doit être assez grand pour assurer la complète combustion du gaz, mais non pour la rendre plus vive qu'il n'est nécessaire pour cet effet. Si le trou est trop grand, la combustion sera incomplète : la flamme étant alors trop large, la portion exposée à l'air se trouve trop petite; le charbon provenant de la décomposition du gaz n'est pas tout brûlé, la flamme fume ou prend une couleu brune. Si le trou est trop petit, la flamme qui en proviendra, présentant

beaucoup de surface à l'air, brûlera trop vivement et le gaz ne subira pas de décomposition préalable. C'est pour cela qu'en brûlant du gaz de l'huile dans un bec de gaz au charbon, la flamme est brune et produit de la fumée. En brûlant, au contraire, du gaz de charbon dans un bec à gaz d'huile, la flamme sera blanche; mais il y aura moins de lumière produite que s'il eût brûlé dans son propre bec.

Les auteurs admettent que, pour brûler avec avantage le gaz du charbon dans un bec à simple jet, le diamètre de $\frac{1}{18}$ de pouce est le plus convenable; ils n'ont pas fait cependant d'expériences exactes sur cet objet. Quant à un gaz d'huile d'une densité de 944, les proportions de lumière données par des flammes de 3 pouces et par des trous de $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{70}$ et $\frac{1}{45}$ de pouce, étaient, pour une égale dépense de gaz, 85, 97 et 100; d'où il faut conclure qu'en consumant un gaz d'huile dont la densité se trouverait entre 900 et 1000, le diamètre pour les trous du bec doit être de $\frac{1}{45}$ de pouce. Des trous plus petits ont en outre l'inconvénient d'être facilement éteints.

Quant au diamètre des trous, dans le bec d'Argand, les expériences de MM. C. et T. prouvent qu'il doit décroître suivant la qualité du gaz et à raison du nombre de trous; le diamètre qui leur a paru le plus convenable pour le gaz de la houille dont la densité est d'environ 600 et lorsque les trous sont au nombre de 10 dans un cercle de $\frac{3}{10}$ de pouce de rayon, est $\frac{1}{35}$ de pouce. Le diamètre le plus convenable pour le gaz à l'huile dépendra beaucoup de sa qualité. Lorsqu'il y a 15 trous dans un cercle de $\frac{3}{10}$ de pouce de

rayon pour un gaz d'une densité de 900 à 1000, leur diamètre doit être de $\frac{1}{50}$ de pouce. Pour une densité de 680, le diamètre le plus économique est de $\frac{1}{40}$ de pouce. Si, dans ce cas, le diamètre était poussé jusqu'à $\frac{1}{30}$, on faisait une perte de lumière de 6 p. $\frac{0}{0}$: si on diminuait le diamètre jusqu'à $\frac{1}{50}$, la perte était de 18 p. $\frac{0}{0}$; et si le diamètre n'était plus que de $\frac{1}{60}$, la perte était de 39 p. $\frac{0}{0}$. Lorsque la densité du gaz était de 778, on obtenait la même lumière avec des diamètres de $\frac{1}{45}$ et $\frac{1}{50}$ de pouce; avec un diamètre de $\frac{1}{30}$, la perte était de 11 p. $\frac{0}{0}$, et avec un diamètre de $\frac{1}{60}$ de 20 p. $\frac{0}{0}$. Ainsi, pour ce genre de gaz, le diamètre le plus convenable est de $\frac{1}{45}$. Cependant les auteurs se déterminent à adopter $\frac{1}{50}$ de pouce pour le diamètre des trous des becs d'Argand quand le gaz d'huile a une densité comprise entre 900 et 1000. Mais on voit que les expériences conduisent à cette remarque importante, qu'on perd beaucoup moins en faisant les ouvertures un peu plus larges qu'en les rendant plus étroites qu'elles ne doivent être.

Le point le plus important auquel on doive faire attention en perçant les trous, c'est de les rendre uniformes. Toutes les fois que quelques-uns sont plus larges que les autres, quoique la différence soit très-petite, la flamme a une tendance à s'élever du côté des trous les plus larges. Par conséquent, avant que la flamme arrive à la hauteur convenable, ces points plus élevés deviennent bruns et donnent de la fumée, et si la flamme est baissée, on ne produit pas la lumière avec le plus d'économie possible. Un bec de gaz d'huile ne doit jamais être reçu des mains de l'ouvrier si la flamme, à la hauteur de 2 pouc. $\frac{1}{2}$, ne s'élève pas également de tous les côtés.

Le dernier point à considérer dans la construction des becs, est les distances respectives auxquelles les trous des jets doivent être placés. Lorsque quelques jets sont unis comme dans un bec d'Argand, la lumière augmente dans un plus grand rapport que la dépense. M. Brande a fait déjà cette observation dans une Note insérée dans les *Transactions philosophiques* de 1820. Il remarque qu'un seul jet de gaz olétiant, donnant de la lumière comme une bougie, consumait 640 pouces cubiques, tandis que dans un bec d'Argand, douze trous donnent une lumière égale à celle de dix bougies, la consommation n'étant que de 2600 pouc. cub., au lieu de 6400; d'où l'on voit que, pour des dépenses égales, la lumière fournie dans le premier cas était à celle fournie dans le second, dans le rapport de 100 à 246. Pour le gaz de l'huile, il trouva, dans les mêmes circonstances, 100 à 164.

Les auteurs trouvent que ces rapports ne sont pas exacts, parce que M. Brande n'a pas opéré avec le jet seul, dans les circonstances les plus favorables à la production de la lumière. Ils ont trouvé que lorsque le gaz d'huile brûle à la hauteur la plus favorable dans les jets isolés et dans les becs d'Argand de la meilleure construction, les rapports de lumière déduits d'un grand nombre d'expériences, varient de 100:140 jusqu'à 100:150. Le rapport est à peu près le même pour le gaz du charbon.

L'avantage qui résulte de la combinaison des jets dans le bec d'Argand, dépend de la distance qui sépare les trous. Lorsqu'ils sont tellement distans que leurs flammes ne peuvent pas se réunir, il n'y a aucun profit;

mais il ne faudrait pas croire, comme semble le dire M. Brande, que le plus grand avantage possible est obtenu quand les flammes sont simplement en contact. La série suivante d'expériences faites avec le gaz de l'huile, prouve le gain progressif qu'on obtient en rapprochant les trous, et établit la limite à laquelle il s'arrête. Des becs, dont le cercle des trous avait $\frac{6}{10}$ de pouce de diamètre, portant le n° 2 de la Compagnie du gaz d'huile d'Edimbourg, étaient percés à 8-10-15-20 et 25 trous de $\frac{1}{50}$ de pouce de diamètre; dans chacun de ces différens becs, le gaz se brûlait avec la hauteur de flamme la plus favorable; les nombres suivans présentent les rapports de la lumière et de la dépense de ces becs comparées à celles d'un jet de 4 pouces dont la lumière et la dépense sont représentées par 100.

Bec à....	8 trous.	10 trous.	15 trous.	20 trous.	25 trous.
Lumière.	360	360	391	409	382
Dépense.	367	318	296	289	275

d'où l'on conclut les nombres suivans pour des lumières répondant à une dépense égale à celle des jets exprimée par 100 :

98	118	132	141	139.

La distance la plus avantageuse pour des trous de $\frac{1}{50}$ de pouce est donc de $\frac{9}{100}$ de pouce. On peut remarquer qu'à cette distance, quelque courte que soit la flamme, fût-elle à peine visible, elle forme un anneau uniforme où chaque jet ne se distingue pas. Ceci pourrait servir de règle pour placer les trous dans la construction de tous les becs. Il est nécessaire d'observer cependant que, pour une Compagnie publique, des

becs dans lesquels la distance des trous est si petite, sont sujets à un inconvénient matériel dont on fera mention lorsqu'il sera question de l'influence de la cheminée de verre. A cause de cet inconvénient, les auteurs recommandent pour les Compagnies publiques une distance entre les trous de $\frac{12}{100}$ de pouce. Les becs qui ont servi dans les expériences précédentes devraient donc avoir 15 trous.

La cause de la supériorité des becs d'Argand sur les jets, doit être cherchée dans le même principe qui a été appliqué plus haut à l'explication de l'influence de la longueur de la flamme et du diamètre des trous des jets. M. Brande a suivi l'idée généralement reçue, en attribuant cette supériorité à ce que la combustion est plus parfaite dans le bec d'Argand, parce que le courant central de l'air est rendu plus rapide par le tube de verre entourant la flamme. (*Philos. Trans.*, 1820, p. 22.) On a vu cependant que le rapport de la lumière à la dépense n'est pas toujours augmenté par de pareils moyens; en tout cas, une explication plus correcte serait que la flamme étant plus complètement unie à partir de la base, une plus faible portion de sa surface est exposée à l'action de l'air; moins d'air est aussi mêlé avec le gaz à sa sortie, et par conséquent moins de gaz est brûlé sans avoir subi une décomposition préalable.

On peut remarquer, en examinant un bon bec d'Argand, que la base de lumière bleue qui, comme on l'a dit, est formée par le gaz brûlé tout d'un coup à l'état de gaz, est proportionnellement plus courte que dans un jet, et que le corps de la flamme n'a pas de marge

bleue comme dans le jet. Cette différence est encore plus sensible en comparant un bon bec d'Argand avec un bec semblable, mais dont les trous seraient placés à une trop grande distance. Dans le premier, le corps de la flamme est d'une couleur blanche sans mélange, et la base bleue est courte ; dans l'autre, la base bleue est longue, et une partie considérable du corps de la flamme est formée de bandes bleues et blanches. Les bandes bleues s'amoindrissent en longueur et en largeur à mesure que les trous sont percés de plus en plus près les uns des autres, et à la fin elles sont diminuées au point de ne plus former qu'un anneau uniforme à la base. On peut reconnaître que l'existence des bandes bleues a une connexion nécessaire avec la portion plus ou moins grande de la surface de la flamme qui est exposée à l'air, en considérant la forme de la flamme lorsqu'on la coupe dans son milieu avec un morceau de toile métallique : alors, si les trous du jet sont tellement rapprochés que les jets ne puissent se séparer à la plus faible élévation, le cylindre de la flamme sera parfaitement uni ; mais si la flamme est rayée de bleu et formée de jets imparfaitement réunis, la surface tant intérieure qu'extérieure sera cannelée.

La distance que les auteurs assignent pour les trous des jets, diffère considérablement de celle qui est adoptée dans les becs d'Argand employés à présent pour le gaz de l'huile. Les becs de Taylor et Martineau, généralement employés par les Compagnies de gaz de l'huile de Londres, sont les plus parfaits qu'ils aient vus. La distance des trous est la même pour tous ; le diamètre est de 0,15 de pouce. La distance adoptée à Edimbourg, avant que la Com-

pagnie de l'huile commençât ses opérations, était de $\frac{118}{100}$. Par le changement que MM. C. et T. proposent, on pourrait effectuer sur de tels becs une économie de 7 à 15 pour cent, en augmentant l'éclat de la flamme. Les becs de Dublin, dont une grande variété leur a été remise, ne paraissent avoir été percés sur aucun plan régulier : l'un a 5 trous, à une distance de $\frac{25}{100}$ de pouce; un autre 8, à une distance de 0,22; un autre 12, à 0,18; un autre 14, à 0,16; et un autre, enfin, 17, à 0,17 de pouce. La dépense des deux premiers est extrêmement considérable : elle égale celle d'un simple jet; les deux derniers, qui sont les meilleurs, pourraient avoir 6 ou 8 trous de plus à la circonférence.

Il semble qu'on ait donné plus d'attention à la construction des becs du gaz de la houille. Peckston recommande de placer les trous à la distance de 0,16 de pouce. Cette distance est suffisante quand ils ont $\frac{1}{32}$ de pouce de diamètre. Les divers becs de la Compagnie de Glasgow sont construits d'une manière analogue; la distance moyenne des trous est de 0,18. Il n'est pas aisé de concevoir ce qui peut avoir décidé la Compagnie d'Edimbourg à construire des becs dans lesquels cette distance est de 0,25, et même de 0,37. Dans ces derniers, la dépense, pour une quantité donnée de lumière, est à peu près aussi grande que dans un simple jet.

Les becs de gaz de la houille n'exigent pas un si grand nombre de trous que ceux du gaz de l'huile, parce que dans les premiers, on peut compenser par la grandeur de l'ouverture des trous, la diminution du nombre, de telle manière que les jets s'unissent parfai-

tement et forment un cylindre de flamme régulier. Si les trous étaient trop petits, on devrait en augmenter le nombre, et entre certaines limites la compensation serait assez exacte. Si cependant les trous étaient trop étroits, il y aurait une perte, parce qu'une trop grande surface de la flamme serait exposée à l'air. C'est pour cette raison qu'on éprouve une perte en brûlant le gaz du charbon dans des becs arrangés pour le gaz d'huile. D'un autre côté, le gaz de l'huile brûlerait avec une flamme parfaitement unie dans un bec dont le nombre des trous serait moindre qu'il n'a été dit, pourvu qu'ils fussent plus larges; mais alors la flamme aurait une teinte jaune, parce que le charbon résultant de la décomposition préalable du gaz, ne pourrait pas brûler avec une intensité suffisante. Il a semblé aux auteurs du Mémoire, quoiqu'ils ne l'aient pas établi positivement, qu'en prenant la dépense en considération, la flamme jaune ainsi formée, donne plus de lumière que la flamme blanche produite par des ouvertures plus petites et plus nombreuses.

Les questions qui restent à considérer dans la construction des becs, sont moins importantes et plus faciles; elles concernent surtout le rayon du cercle des trous, la largeur du bord, le diamètre du conduit central de l'air.

Le diamètre du cercle des trous ou le contour du bec est déterminé par le nombre des trous. Les becs employés par la Compagnie de gaz d'huile d'Edimbourg, ont 10, 15, 20 et 25 trous, et par conséquent leurs cercles ont $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{6}{10}$ et $\frac{95}{100}$ de pouce de diamètre.

La longueur du bec n'est pas très-importante; elle influe seulement un peu sur le courant central de l'air.

Les becs de la Compagnie du gaz de l'huile d'Edimbourg ont 1 pouce et $\frac{3}{4}$ de long.

La largeur du bord ne peut pas être grande, parce que, dans ce cas, l'air tombe à angle droit sur la colonne du gaz, la rompt, se mêle à lui, et fait qu'une grande quantité brûle sans décomposition préalable. Dans les becs que les auteurs ont recommandé, la largeur du bord est de $\frac{12}{100}$ de pouce. On peut quelquefois avec avantage le faire plus étroit.

Le diamètre du trou de l'air, s'il est cylindrique, est nécessairement réglé par le cercle des trous; mais quand ce dernier augmente, le courant d'air augmente dans une plus grande proportion que le flux du gaz. Ainsi la dépense des quatre becs qui ont été cités plus haut, est dans le rapport de 100 à 177, 280 et 366, pendant que le courant d'air est dans le rapport de 100 à 255, 447 et 631 : de là il résulte, par les raisons qui ont été exposées plus haut, qu'il serait avantageux de diminuer le courant d'air, en donnant au canal, dans les becs larges, la forme d'un cône tronqué renversé. Lorsque les becs doivent être employés par les consommateurs d'une Compagnie publique, il devient nécessaire de rendre le canal de l'air plus large qu'il ne le faudrait pour une combustion complète du gaz, à cause de circonstances qu'on doit prendre en considération, et qui vont être exposées dans le paragraphe suivant, consacré à l'influence qu'exerce la cheminée sur le rapport entre la lumière et la dépense du gaz.

Deux objets sont remplis par la cheminée de verre : elle rend la flamme tranquille, elle anime la combustion.

D'après ce qui a été dit plus haut concernant l'effet produit par l'activité de la combustion, il est évident qu'il doit y avoir un certain point au-delà duquel cette activité ne serait pas augmentée sans perte de lumière. Ce point ne peut être obtenu qu'en adoptant de certains rapports entre la distance des trous de jet, le diamètre de l'ouverture de l'air et la forme de la cheminée de verre ; par conséquent aucun de ces objets ne peut varier sans entraîner quelque changement dans le reste : on ne saurait, par exemple, adopter pour la cheminée ni une forme ni une proportion qui répondissent bien à chaque espèce de bec.

Si le bec est construit de manière que le gaz soit parfaitement consumé sans aucun verre, sa lumière ne peut être augmentée par la cheminée, quelle que soit sa forme. Tel est le cas de tous les becs dont le trou de l'air est large et les trous de jet fort éloignés. Par exemple, le bec d'Edimbourg à cinq trous, donne autant de lumière avec une flamme nue qu'avec aucune espèce de cheminée. Les trous de jet y sont si éloignés que leur flamme peut s'élever à 1 pouce sans qu'elles se réunissent, et l'air peut circuler librement autour pour brûler le gaz complètement. Par conséquent, le seul usage de la cheminée pour un pareil bec est de rendre la flamme tranquille. Pour obtenir cet effet sans rendre la combustion trop vive, la cheminée doit être très-large. Celle qu'on emploie dans l'usage ordinaire a 6 pouces de long et de $1^{p},6$ de diamètre; elle remplit bien l'objet. Si son diamètre était diminué jusqu'à $1^{p},3$ ou 1,2, la flamme deviendrait plus courte et plus brillante ; mais en même temps la lu-

mière diminuerait dans le rapport de 100 à 80 et 66.

Le bec à dix trous d'Edimbourg est aussi construit de manière à donner presqu'autant de lumière avec et sans cheminée, et par conséquent il en exige une très-large. Celle qui lui est généralement appliquée a de $1^p,9$ à 2 pouc. de diamètre; elle est à peine assez large. Si la lumière qu'il fournit avec cette cheminée est représentée par 100, elle est diminuée jusqu'à 81 avec une cheminée large de $1^p,6$, et à 66 quand le diamètre est $1^p,3$. Mais le verre avec lequel on obtient la lumière la plus grande et la flamme la plus tranquille est une cheminée resserrée en un tube étroit au sommet de la flamme : le cylindre inférieur a 4 pouces de long et $1^p,7$ de large, et le supérieur 3 pouces de long sur $1^p,1$ de large. Avec un pareil verre, la lumière est portée à 115, et la flamme est parfaitement tranquille.

Quand les trous d'un bec sont très-nombreux, de manière que les jets se trouvent unis à la naissance de la flamme, et que l'ouverture de l'air est en même temps petite, on observe en allumant le gaz et en augmentant graduellement son écoulement sans employer de cheminées de verre, que la flamme se contracte par degrés à l'extrémité, et qu'enfin elle se réunit à environ 1 pouce du centre du bec; dans cet état, la flamme est jaune, et si on la rend plus longue, en augmentant le flux du gaz, elle devient brune et fume. La raison en est évidente; cela tient à ce que, tandis que la surface extérieure de la flamme brûle convenablement, la portion intérieure du gaz, décomposée par la chaleur, n'est pas consumée. L'air ne peut pas pénétrer,

à travers les jets, de l'extérieur de la flamme à l'intérieur, et le courant d'air central est trop faible. Dans un tel bec, il est nécessaire d'attiser la combustion par l'augmentation du courant central de l'air, et c'est ce que produit la cheminée de verre. Mais la rapidité du courant central croît à mesure que la distance entre la flamme et la cheminée s'amoindrait, ou, en d'autres termes, à mesure que le diamètre de la cheminée diminue; conséquemment, si ce diamètre est diminué successivement, la flamme brune fumante dont nous venons de parler, devient plus brillante; le point où elle se contracte s'élève de plus en plus; enfin le sommet s'ouvre, et la flamme devient tout-à-fait cylindrique. Si l'expérience est poussée plus loin en employant des verres d'un diamètre de plus en plus petit, l'intensité de la lumière va en augmentant, mais en même temps la flamme devient plus courte. En raisonnant d'après le principe précédemment exposé, nous devons présumer que par rapport à la dépense, la plus grande lumière sera émise quand la flamme est parfaitement ouverte, et que la combustion ne peut plus alors être excitée sans perte. Cette conclusion est parfaitement conforme au résultat de l'expérience directe.

Comme exemple de formes de cheminées qui conviennent à différens genres de becs, les auteurs citent celles qu'ils ont trouvées les meilleures pour les becs dont ils se sont servis dans leurs expériences sur l'effet du rapprochement des trous du jet. Les becs à 8 et à 10 trous donnent le *maximum* de lumière avec un verre d'un pouce et demi de diamètre. Quand le nombre des trous est porté à quinze, il est néces-

saire de diminuer ce diamètre jusqu'à 1P,2. La même cheminée convient assez bien quand le nombre des trous est de vingt ; mais lorsqu'il arrive à vingt-cinq, le diamètre le plus favorable est d'un pouce seulement.

La hauteur à laquelle la flamme peut être portée sans fumer, ou l'élévation à laquelle elle donne le plus de lumière relativement à la dépense, diffère beaucoup dans tous ces becs; dans le bec à 8 trous, le *maximum* de lumière est à 4 pouces ; dans celui de 10 trous. à $3\frac{1}{2}$; dans le bec de 15 trous et dans celui de 20, à $2\frac{1}{4}$; dans le bec de 25 trous, enfin, à 2 pouces seulement. Il est singulier que toutes ces flammes émettent presque la même quantité de lumière, ainsi qu'on peut le voir en jetant les yeux sur les nombres obtenus par les auteurs. Cependant, la flamme du dernier bec n'a que la moitié de la surface de celle du premier : par conséquent à surfaces égales, celle-ci donne deux fois plus de lumière que l'autre ; aussi leur différence, jugée directement par les yeux, est très-frappante. La flamme du bec à 8 ou à 10 trous est rayée de bleu et vacillante; celle du bec à 15 et à 20 trous est tranquille, unie, sans bandes bleues, et d'un éclat particulier semblable à celui des étoiles ; mais celle du bec à 25 trous qui, pour une égale surface, donne un cinquième de plus de lumière que la précédente, est la plus belle et la plus brillante que nos auteurs aient jamais vue ; ils ont aussi prouvé qu'elle était la plus économique.

Après avoir examiné les principales circonstances qui influent sur la lumière donnée par le gaz de l'huile et du charbon pendant leur combustion, les auteurs résument

en peu de mots tout ce qu'ils ont démontré sur cette partie de leur sujet, dans la vue de donner des règles précises pour la construction des becs.

Quand le diamètre des trous de jet est petit, la flamme a des bandes bleues; quand il est grand, des bandes jaunes. Le diamètre qui convient le mieux pour le gaz du charbon, en supposant que sa densité soit comprise entre 550 et 660, est $\frac{1}{32}$ de pouce; pour le gaz d'huile dont la densité serait entre 900 et 1000, le meilleur diamètre est $\frac{1}{50}$ de pouce.

Si la distance entre les trous des jets est trop grande, les jets de flamme ne se réunissent pas, et la flamme est rayée en bleu; s'ils sont rapprochés jusqu'à ce que les jets soient complètement réunis, la flamme est plus brillante et uniforme.

Quand l'ouverture centrale de l'air est petite, la flamme tend à devenir brune et à brûler imparfaitement; quand cette ouverture est grande, la flamme, au contraire, brûle avec éclat et avec trop de vivacité.

Quand les trous des jets sont larges et rapprochés et que l'ouverture centrale de l'air est petite, la cheminée doit être étroite *et vice versâ*.

Finalement, la lumière la plus brillante et en même temps la plus économique, est fournie par le bec dont les trous sont très-nombreux, l'ouverture de l'air petite et la cheminée étroite.

Si, dans le choix d'un bec, on ne consultait que la beauté de la lumière et l'économie, les auteurs n'hésiteraient pas à recommander celui qui serait construit sur les principes du bec à 25 trous décrit plus haut; mais malheureusement le verre est si près de la flamme

que la plus légère agitation de l'air, le plus petit mouvement du verre, une augmentation dans le courant de gaz, le font fumer et la cheminée se brise. Par cette raison, il ne peut pas être employé par les consommateurs d'une Compagnie publique, car il serait nécessaire que chacun réduisît la flamme de son bec toutes les fois que quelques lumières seraient éteintes dans le voisinage.

Pour remédier à cet inconvénient, les becs d'une Compagnie publique doivent toujours être construits de manière à brûler le gaz avec quelque perte. C'est pour cette raison que MM. C. et T. recommandent que le nombre de trous dans un cerle de $\frac{6}{10}$ de pouce de diamètre n'excède pas 15. La cheminée de verre, pour les quatre espèces de becs qui ont été mentionnés plus haut, doit avoir pour largeur $\frac{8}{10}$, $\frac{12}{10}$, $\frac{13}{10}$ et $\frac{15}{10}$ de pouce, avec une hauteur d'environ 6 pouces. Comme l'ouverture du premier de ces verres serait trop petite en bas à cause de la petite croix métallique qui le supporte, on peut l'élargir un peu dans cette partie.

III. Le dernier point qui reste à considérer est le pouvoir éclairant relatif du gaz de l'huile et du gaz du charbon.

Pour cette détermination, diverses méthodes plus simples que la mesure directe de la lumière ont été proposées. Ces méthodes sont toutes déduites plus ou moins directement des Mémoires du D[r] Henry de Manchester sur la composition des gaz propres à l'éclairage. Il a trouvé que ces gaz contiennent un gaz dense, le gaz oléfiant, qui brûle avec une flamme blanche brillante, et d'autres gaz, tels que l'oxide de carbone, l'hydrogène proto-carboné et l'hydrogène, qui sont en général

plus légers que le gaz oléfiant, et qui donnent très-peu de lumière pendant leur combustion. Il a montré en même temps que la proportion de gaz oléfiant peut être estimée, d'un côté, par la quantité d'oxigène nécessaire pour brûler dans la détonnation le gaz de l'huile ou du charbon; et de l'autre, par la diminution opérée dans le volume du gaz par l'action du chlore dans l'obscurité.

On a déduit de ces recherches trois méthodes pour estimer la lumière comparative produite par les gaz de l'huile et du charbon :

1°. Comme la pesanteur spécifique de ces gaz doit toujours croître avec la quantité de gaz oléfiant qu'ils contiennent, et comme le gaz oléfiant était, dans les idées reçues, le seul ingrédient auquel ils dussent la faculté d'éclairer, on en concluait que le pouvoir éclairant et la pesanteur spécifique doivent suivre un certain rapport. L'expérience seule pouvait déterminer quel est ce rapport. M. Leslie est le seul qui se soit occupé de cet objet; il suppose que ce rapport est un rapport géométrique, c'est-à-dire, que le pouvoir éclairant des gaz est dans le fait comme leur pesanteur spécifique; mais son résultat, ainsi que ce sera bientôt prouvé, est loin d'être exact, même en s'en rapportant aux indications du photomètre; en tout cas, il est très-possible qu'il n'existe aucune relation entre ces qualités, puisque la pesanteur spécifique est susceptible d'être augmentée par la présence de divers gaz qui diminuent au lieu d'augmenter le pouvoir éclairant.

2°. Le Dr. Fyfe a supposé que le gaz oléfiant était non-seulement le principal ingrédient qui produise la lumière dans les gaz de l'huile et du charbon, mais

encore qu'il exprimait par sa quantité la valeur exacte de leur pouvoir éclairant ; par conséquent, il admet que ce pouvoir peut être estimé par l'absorption que le chlore opère dans l'obscurité ; il a comparé les résultats obtenus par ce procedé avec ceux donnés par la mesure directe de la lumière, et il a trouvé qu'ils se correspondaient très-exactement.

Cependant il a été prouvé depuis par M. Dalton, le Dr Henry et d'autres, qu'il existe dans le gaz de l'huile et probablement aussi dans le gaz du charbon, outre le gaz oléfiant, un autre gaz analogue qui a plus de densité, qui contient plus de carbone, et qui par conséquent doit avoir un pouvoir éclairant bien supérieur. Les auteurs du Mémoire ont eu l'occasion de reconnaître que cette opinion est fondée, car ils ont obtenu un gaz de l'huile qui contenait une proportion d'acide carbonique n'excédant pas 3 pour 100, et qui cependant avait une pesanteur spécifique plus forte que celle du gaz oléfiant ou même que celle de l'air atmosphérique. Or, ce nouveau gaz est, comme le gaz oléfiant, condensé par le chlore dans l'obscurité. L'absorption par le chlore peut donc ne pas être toujours proportionnelle au pouvoir éclairant, à moins qu'on ne suppose que les deux ingrédiens qui procurent la lumière soient toujours dans le même rapport, ce qui n'a pas été prouvé.

En outre, ne se pourrait-il pas que les ingrédiens des gaz du charbon et de l'huile, autres que les deux dont nous venons de parler, fussent non-seulement inutiles, mais encore nuisibles, de sorte que les ingrédiens éclairans donneraient plus de lumière sans eux.

Ces considérations portent à douter de l'exactitude

de la méthode proposée par le Dr Fyfe ; et comme il a trouvé que les résultats de son procédé correspondaient avec ceux de la mesure directe de la lumière, quelques inexactitudes ont dû se glisser dans les opérations. MM. C. et T., dans leurs propres expériences, n'ont pas trouvé l'uniformité de ce rapport. En effet, dans une circonstance où les absorptions par le chlore étaient 14 et 34, les pouvoirs éclairans étaient comme 100 à 233 au lieu de 243. Ici la différence n'est pas très-grande; mais dans une autre expérience, lorsque les condensations par le chlore étaient 16 et 46, les pouvoirs éclairans étaient seulement comme 100 à 250 au lieu de 287. Dans une autre circonstance où les absorptions relatives étaient comme 13 à 37, on trouva, pour le rapport des pouvoirs éclairans, 100 à 225 au lieu de 284.

3°. Il y a une troisième méthode qui a été proposée par le Dr Henry lui-même, mais qui est moins exacte que les deux précédentes, et qui paraît avoir été abandonnée par son ingénieux auteur. Elle consiste à faire détonner le gaz avec l'oxigène, et à évaluer le pouvoir éclairant par la quantité d'oxigène qui disparaît. Cette méthode est susceptible de plusieurs objections dont il est inutile de parler : on se bornera à dire que deux gaz ayant pour pesanteur spécifique 620 et 906, devraient avoir, d'après la propre table du Dr Henry, des pouvoirs éclairans exprimés par 3 et 4, tandis que les auteurs ont trouvé, à l'aide du photomètre du comte de Rumford, les nombres 1 à 2.

Il n'existe donc jusqu'à présent aucune méthode pour déterminer la lumière relative que peuvent don-

ner les divers gaz, autre que la mesure directe de cette lumière. Les auteurs en ont imaginé une qui donnerait des indications exactes, même entre les mains d'un homme ordinaire, et qui pourrait par conséquent devenir d'un usage journalier pour les Compagnies de gaz; mais ils n'ont pas achevé les expériences qui doivent servir à calculer la table. Elle consiste simplement à brûler par un jet d'une certaine hauteur et d'une ouverture d'un diamètre donné, le gaz sortant d'un petit gazomètre soumis à une pression parfaitement constante, et à noter la dépense qui pourra servir de mesure à la lumière; cependant le rapport n'est pas simplement inverse. Ainsi, quand un jet de 4 pouces exige, pour être alimenté par un certain gaz, le double d'un autre, la lumière relative n'est pas comme 1 à 2, mais bien comme 1 à 2 $\frac{1}{2}$. Mais comme le rapport exact n'a pas encore été déterminé, nous serons obligés, pour tout ce qui nous reste à dire, de nous en rapporter seulement aux mesures données par le photomètre.

La différence qui existe entre les opinions de divers expérimentateurs très-connus, sur la lumière relative que peuvent fournir les gaz de l'huile et du charbon, est presque incompréhensible. Elle tient non-seulement aux causes qui ont été présentées précédemment comme exerçant la plus grande influence sur la quantité de lumière qu'on peut se procurer avec chacun de ces gaz, mais encore à leurs diverses qualités.

La qualité du gaz de charbon varie considérablement suivant la matière première, suivant le mode d'appliquer la chaleur, la position et la forme des cornues, l'époque de l'opération à laquelle le gaz est recueilli, et

d'autres circonstances qu'il est inutile d'énumérer. La densité des gaz que fabriquent les diverses Compagnies varie de 400 à 700. Celui de Londres est d'une qualité très-inférieure. MM. Phillips et Faraday en ont employé qui avait une densité de 429; celui de l'usine de Westminster a, d'après M. Brande, une pesanteur spécifique de 443; il en a trouvé aussi de 494. Le plus mauvais gaz que les auteurs aient examiné à Edimbourg, pesait 510; rarement il tombe au dessous de 580; rarement aussi il surpasse 620; cependant ils l'ont trouvé une fois de 680. La moyenne densité obtenue par un grand nombre d'expériences est exactement 600. Le D[r] Henry a trouvé que le gaz préparé avec le *Wigan coal cannel*, recueilli après une heure de travail, pesait de 620 à 650. Le gaz de Glasgow est généralement considéré comme égal à celui d'Edimbourg. M. Anderson de Perth assure que le gaz de cette ville a une pesanteur spécifique qui s'élève jusqu'à 700.

Le gaz du charbon est donc évidemment très-différent dans les divers pays; mais les expériences tendent à prouver qu'il est le même dans chaque contrée, et particulièrement dans le même établissement. Cela tient sans doute à ce que les procédés de fabrication ont été bien étudiés en tout lieu et portés à une grande uniformité.

Le cas est bien différent pour le gaz de l'huile. Une idée généralement répandue parmi les manufacturiers et adoptée même par les savans, c'est que la qualité du gaz de l'huile n'est pas susceptible des mêmes variations que celle du gaz du charbon. Cette opinion a pris son origine, selon toute apparence, dans le fait que la

matière première est presque toujours la même. En effet, la similitude dans la matière première doit, *cæteris paribus*, produire l'uniformité dans la qualité du gaz dans différens pays. Mais il est une autre cause de variations outre la diversité des matières, ce sont les changemens dans le mode de fabrication. En opposition à l'opinion générale, le mode de fabriquer paraît aux auteurs plus délicat et moins parfaitement connu pour le gaz de l'huile que pour celui du charbon ; ce qui le prouve, c'est qu'il n'a pas été publié d'expériences étendues et soignées sur les circonstances de la fabrication du gaz de l'huile qui peuvent altérer sa qualité. Le point auquel on doit parvenir dans cette fabrication n'est pas encore atteint, car l'on remarque de grandes différences dans les procédés suivis dans divers pays. Cette incertitude dans la méthode doit rendre précaire la qualité du gaz obtenu. On ne peut en fournir de meilleure preuve que ce fait parvenu à la connaissance des auteurs, que le gaz fabriqué par le même ouvrier sous des circonstances en apparence les mêmes, et qui était généralement d'une densité très-élevée, s'est trouvé une fois de 778 seulement.

A ces causes de variation dans la qualité du gaz, il faut aussi ajouter la différence des matières. En effet, on a retiré des gaz dissemblables de l'huile de baleine, de l'huile de morue, de l'huile de palmier, de l'huile de noix de coco et de l'huile de lin ; mais il est vrai que la différence entre ces gaz n'était pas si grande que celle qui existe entre différens échantillons de gaz extraits en apparence avec beaucoup de soin de la bonne huile de baleine.

Quoi qu'il en soit, il est facile de prouver que les gaz extraits de l'huile présentent dans leur qualité des variations aussi grandes que ceux du charbon : la table suivante en fait foi :

Gaz fait avec grand soin par le Dr Henry......	464 ;
Ditto..............................	590 ;
Ditto..............................	758 ;
Ditto employé par M. Brande, dans ses expériences..............................	769 ;
Gaz fait à la fonderie de cuivre de M. Mylne d'Edimbourg, et employé par M. Leslie dans ses expériences..............................	674 ;
Ditto..............................	810 ;
Ditto..............................	943 ;
Ditto fait de l'huile de morue, par Taylor et Martineau..............................	906 ;
Ditto employé par M. Dewey dans ses expériences..............................	939 ;
Ditto par MM. Philipps et Faraday.........	966 ;
Le plus mauvais gaz de l'huile examiné par les auteurs..............................	660 ;
Gaz fait chez M. Mylne et employé par eux..	820 ;
Ditto fait avec l'huile de baleine............	944 ;
Gaz fait avec l'huile de baleine à la Manufacture de glaces de M. Ranken, et employé par les auteurs..............................	778 ;
Ditto..............................	968 ;
Ditto..............................	1110 ;
Le même, après un repos d'un jour sur son volume d'eau fraiche..............................	1050.

l'autre en 685 seulement. Ce résultat donne une proportion de 100 à 218.6. Dans une autre expérience, la distance était $62\frac{1}{2}$ pour le gaz du charbon et $67\frac{1}{4}$ pour le gaz de l'huile, et la consommation 355 et 685, d'où l'on tire la proportion 100 à $223\frac{1}{2}$.

Les expériences ont été faites d'une manière analogue avec les becs d'Argand. Celui du gaz de charbon avait 14 trous d'un 32e de pouce de diamètre dans un cercle de $\frac{4}{10}$ de rayon, et celui du gaz de l'huile, 20 trous de $\frac{1}{50}$ de pouce sur un cercle semblable. La flamme du gaz du charbon avait $2\frac{3}{4}$ de pouce de haut, celle du gaz de l'huile $2\frac{1}{2}$, élévation la plus favorable pour de tels becs. Dans la première expérience, la distance était 62 pour le gaz du charbon et 76 pour le gaz de l'huile ; $\frac{1}{5}$ d'un pied cube du premier gaz était consommé dans 212 secondes ; $\frac{1}{5}$ du pied cube de l'autre dans 314. La proportion de la lumière, calculée d'après ces nombres, est de 100 à 223. Cette expérience a été répétée de la manière suivante : les premières distances étant conservées et les lumières éteintes, la flamme du gaz du charbon a été rallumée et ajustée de manière que la dépense fût exactement la même que tout-à-l'heure ; la flamme du gaz de l'huile a été réglée alors de manière que les ombres fussent égales ; les élévations respectives des flammes étaient les mêmes qu'auparavant ; les dépenses ont été 212 secondes et 307. Ces données fournissent un rapport de 100 à 217. La moyenne de quatre expériences donne celui de 100 à 220, ou très-près de 1 à $2\frac{1}{4}$.

Le photomètre de M. Leslie a donné un rapport un peu plus fort. Dans la première expérience avec les becs d'Argand, il est tombé à 17 degrés, à la distance

de $6\frac{1}{2}$ pouces du centre de la flamme du gaz du charbon ; et dans la seconde expérience, avec les mêmes bècs il est tombé à 27 degrés, à la même distance du milieu de la flamme du gaz d'huile. Prenant les dépenses moyennes respectives, égales aux nombres 212 et 311, on trouve pour le rapport des lumières, par cette méthode, 100 à 233. Le rapport obtenu par le professeur Leslie (rapport de la Compagnie du gaz du charbon, 19 juillet 1824) est seulement 100 à 150. Les auteurs concilient ce rapport avec celui qu'ils ont trouvé en faisant les corrections que semblent exiger les becs employés par M. Leslie et la densité du gaz de l'huile dont il s'est servi.

Les condensations opérées par le chlore dans les gaz de l'huile et du charbon employés dans la dernière expérience étaient 13 et 37. Ce moyen d'obtenir le pouvoir éclairant est donc dans ce moment erroné.

Une autre détermination que les auteurs croient devoir rapporter, a été faite en octobre dernier : à cette époque, les circonstances qui peuvent modifier la lumière du gaz ne leur étaient pas encore parfaitement connues ; et quoique, pour cette raison, le résultat ne soit pas entièrement exact, il peut être considéré comme très-rapproché de la vérité. Les pesanteurs spécifiques des gaz étaient 1110 et 605, et les condensations par le chlore 46 et 16. Un bec à 5 trous de gaz du charbon, brûlant avec une flamme de 3 pouces et consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 186 secondes, était comparé avec un bec à 15 trous de gaz d'huile, ayant une flamme de $2\frac{1}{4}$ pouces et consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 375 secondes. Les distances au photomètre étaient 56 pour le gaz du charbon et $61\frac{1}{2}$ pour le gaz d'huile ; de ces données on conclut le rapport de

100 à 243. Un bec de gaz de charbon à 10 trous avec une flamme de 3 pouces, consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 120 secondes, a été comparé à un bec à 20 trous de gaz d'huile, ayant une flamme de $2\frac{1}{4}$ pouces et consommant $\frac{1}{10}$ de pied cube en 215 secondes. Les distances étaient 56 et $67\frac{1}{2}$, et par conséquent le rapport des lumières 100 à 260. Dans ces deux expériences, le bec du gaz du charbon n'était pas de la meilleure construction; mais, d'un autre côté, la flamme du gaz de l'huile n'était pas à la hauteur la plus favorable. La moyenne donne le rapport de 100 à 250, qui doit approcher beaucoup de la vérité.

Une dernière remarque est présentée par MM. C. et T. sur ce sujet, c'est qu'il convient de faire les expériences sur le pouvoir éclairant comparatif de divers gaz, en usant de simples jets d'une hauteur bien réglée, parce qu'il résulte de leurs observations, que tous les gaz inflammables reçoivent une égale augmentation de lumière par la combinaison des jets dans un bec d'Argand, et que les expériences faites avec ceux-ci sont sujettes à quelques causes d'erreur que ne présentent pas celles faites avec de simples jets.

Les auteurs terminent leur travail par les considérations suivantes :

« Nous avons maintenant présenté, disent MM. C. et T., l'histoire de nos expériences, conformément au plan tracé au commencement de ce Mémoire. Ce n'était pas d'abord notre intention de faire des remarques concernant les avantages relatifs des deux gaz sous un point de vue général. Mais comme dernièrement le sujet a conduit à une investigation du parlement, et que des notions très-erro-

nées ont prévalu sur des matières qui avaient attiré une partie de notre attention, il peut être bon de les noter briévement.

La question des avantages relatifs du gaz de l'huile et du gaz de charbon se réduit à deux points : le premier regarde leur économie relative; le second, leur utilité comparative.

1. Avant que nous soyons en état de déterminer leur économine relative, il est nécessaire d'établir un état moyen de leurs qualités. Prenant la pesanteur spécifique comme fondement de la comparaison, nous convenons que dans les petites villes où le *cannel coal* peut être obtenu à bas prix, les Compagnies d'éclairage puissent manufacturer un gaz d'une densité de 700. Dans les cités plus grandes, telles que Glascow et Edinburgh, où le charbon de toute espèce est plus cher, et où on ne peut aisément se procurer le *cannel coal* en quantité suffisante, la pesanteur spécifique moyenne du gaz n'excèdera pas 600; et dans une ville comme Londres, où l'on peut à peine avoir du *cannel coal*, la pesanteur spécifique moyenne n'ira pas au-delà de 450.

La pesanteur spécifique moyenne du gaz obtenu des huiles serait, quoi qu'il arrive, la même partout. Il est difficile de déterminer ce qu'elle est à present dans les grands établissemens; mais il n'y a pas de cause matérielle qui puisse la faire tomber au-dessous de 920. Nous avons cependant de fortes raisons de croire que bientôt elle doit être considérablement augmentée. Cette amélioration, à la vérité, peut n'être pas un gain; car alors la question se présente de savoir si elle peut être effec-

tuée sans diminuer la quantité de gaz dans la même proportion qu'on augmente sa qualité.

On suppose généralement qu'une amélioration dans la qualité du gaz d'huile est nécessairement suivie d'une perte en quantité ; mais autant qu'on puisse le découvrir, cette idée repose sur des expériences faites seulement par des ouvriers, à l'autorité desquels nous ne pouvons nullement nous en rapporter d'après des observations répétées. Si du charbon est laissé dans les cornues à la fin de chaque charge, il est clair que le gaz peut être amélioré par cette circonstance sans aucune diminution en quantité ; car si ce charbon s'ajoute au gaz hydrogène proto-carboné, qui donne peu de lumière, en quantité suffisante pour le convertir en gaz oléfiant, qui est puisamment riche en lumière, le changement, comme c'est bien connu, aura lieu sans nulle altération dans le volume. D'un autre côté, si le bon gaz d'huile est exposé à une haute température, il est en partie décomposé et dépose un peu de son charbon. Une partie du gaz oléfiant devient hydrogène proto-carboné ; sans augmentation de volume ; car le volume n'est point changé, à moins que le gaz ne soit réduit en charbon et hydrogène. Il résulte de là qu'on peut extraire de l'huile un mauvais gaz qui n'excèdera pas en quantité le bon gaz de Taylor et Martineau. Et, au fait, nous avons trouvé plusieurs fois, quand les cornues étaient bourrées de charbon et que la pesanteur spécifique du gaz n'était que de 660, qu'on en obtenait au-dessous de 100 pieds cubiques par gallon, ce qui est environ la quantité qu'on dit être produite quand le gaz est bon. Lors même que le gaz d'huile a une pesanteur

spécifique de 910, on trouve du charbon dans les cornues. En conséquence, il peut être bonifié par l'addition de tout ce charbon et conserver son volume. Remarquons en outre, qu'il est possible de l'améliorer par l'addition de charbon tiré d'autres sources. D'après cela, puisque nous assignons maintenant au gaz de l'huile une pesanteur spécifique de 920, nous ne pouvons nous empêcher d'annoncer d'avance une amélioration considérable et un gain positif.

D'après ce que nous avons dit sur la qualité moyenne du gaz du charbon dans les différentes parties du royaume, il est clair qu'on ne peut pas répondre d'une manière absolue sur la question de son économie quand on le compare avec le gaz de l'huile. A Edinburgh et à Glasgow, où le charbon est assez bon marché et son gaz de bonne qualité, le gaz de l'huile doit être un peu plus cher; à Londres où le charbon est cher et le gaz mauvais, le gaz de l'huile devrait être positivement meilleur marché; dans d'autres endroits les deux sont presque au même prix. Cette conclusion découle naturellement de nos propres expériences sur le pouvoir de produire la lumière, réunies aux calculs bien connus d'Accum, Peckston, Ricardo, et autres sur ce qui regarde les dépenses relatives de fabrication.

Le second élément dans la question des avantages relatifs des deux gaz, est leur utilité comparative. Il est certain que quelque différence qu'il existe entre eux à ce sujet, elle doit être en faveur du gaz de l'huile.

En premier lieu, la qualité de sa lumière est supérieure; elle est plus blanche et a un éclat particulier que ne possède pas celle du gaz de charbon: elle

est donc plus convenable pour l'éclairage artificiel des couleurs, et ne donne pas aux figures humaines cette apparence de désagréable pâleur que tout le monde a reconnu dans l'éclairage par le gaz du charbon.

On a fait une objection contre l'emploi du gaz en général; c'est qu'il a une odeur désagréable. Cette objection n'a aucun fondement, à moins que les gaz ne soient point consumés; car ni le gaz d'huile ni même celui de charbon, autant que nos observations nous permettent d'en juger, n'émettent d'odeur s'ils sont convenablement brûlés; mais s'ils s'échappent et se mêlent avec l'air, leur présence est aussitôt reconnue par l'odorat. L'odeur du gaz d'huile est purement empyreumatique, mais d'une nature très-distincte; nous avons eu parfois des échantillons qui avaient une faible odeur; jamais nous n'en avons trouvé de complètement inodores. Le meilleur gaz de l'huile paraît être celui qui a le moins d'odeur. L'odeur du gaz de charbon est mélangée : elle est en partie empyreumatique comme celle du gaz de l'huile, et en partie d'une nature excessivement offensive comme celle du gaz hydrogène sulfuré. Dans le gaz de charbon d'Edimburgh, nous avons observé la seule odeur empyreumatique, mais fréquemment l'autre odeur s'aperçoit, et quelquefois elle domine à un degré insupportable.

La plus sérieuse objection contre le gaz de charbon vient de la présence des impuretés qui se composent d'une matière noire comme le goudron et des combinaisons du soufre. Ces impuretés proviennent toutes du charbon lui-même, et en conséquence elles exis-

tent nécessairement dès l'origine dans les gaz de charbon de toute espèce. C'est pourquoi, sans la purification, on pourrait à peine user du gaz de charbon. C'est une question très-importante que de déterminer si l'on peut ou non en éloigner entièrement les ingrédiens nuisibles. La plus grande partie du goudron est déposée à l'usine dans les appareils, mais une petite partie passe communément avec le gaz. Elle tend à engorger les ouvertures des becs, et, par suite, noircit les substances sur lesquelles elle se dépose. Dans les boutiques ordinaires où l'on conserve un courant d'air libre, on remarque à peine cet effet; mais nous soupçonnons qu'une partie de l'inconvénient trouvé par les bijoutiers à se servir du gaz du charbon provient de cette cause.

Le plus incommode des composés de soufre contenus dans le gaz de charbon est l'hydrogène sulfuré. La présence de ce gaz est pernicieuse de deux manières. S'il s'échappe sans être brûlé, il répand une odeur insupportable, et attaque l'argent et les peintures avec une grande promptitude. S'il est brûlé, il forme les acides sulfurique et sulfureux, qui portent atteinte à la santé quand on les respire habituellement, et qui agissent chimiquement sur diverses substances telles que le fer et l'acier. De là la nécessité d'en purger entièrement le gaz du charbon. Il se présente naturellement sur ce sujet deux questions importantes auxquelles nous pouvons faire une réponse décisive. 1°. Le gaz hydrogène sulfuré peut-il être entièrement séparé du gaz du charbon? 2°. Quand il en est séparé, le gaz peut-il être regardé comme parfaitement privé de soufre?

Nous nous sommes assurés que l'hydrogène sulfuré peut être entièrement éliminé ; car nous avons plusieurs fois examiné le gaz du charbon d'Édimburgh, et les épreuves les plus délicates ne nous en ont pas fait découvrir une trace. Nous ne conclurons pas de là qu'il est toujours également pur, car la moidre négligence de la part des ouvriers doit faire parvenir l'hydrogène sulfuré dans les tuyaux. Il est toutefois certain que le gaz de charbon, quand il est entièrement privé d'hydrogène sulfuré, contient encore du soufre. En brûlant un petit jet de gaz parfaitement purifié, de maniere à recueillir le fluide formé pendant la combustion, la présence de l'acide sulfurique nous prouva l'existence de quelque composé de soufre. Qu'est ce que ce composé ? On ne s'en est pas assuré ; mais, soit à cause de son odeur particulière et désagréable, soit à cause des circonstances sous lesquelles il est formé, il est très-probable que le soufre est en combinaison avec le carbone, ou sous la forme de liquide volatil, de sulfure de carbone, comme M. Brande le présume ; ou, ce qui est peut-être plus raisonnable, sous la forme d'un composé gazeux contenant une moindre proportion de soufre qu'il n'en existe dans ce liquide.

Dans quelque état de combinaison que le soufre puisse être, il est certain qu'il n'attaque pas les sels de plomb comme l'hydrogène sulfuré, et qu'il n'agit pas non plus sur l'argent et sur l'or poli. D'après cela, le gaz qui ne contient que cette impureté, sera moins pernicieux s'il s'en échappe une petite quantité sans être brûlée, que celui qui contient de l'hydrogène sulfuré ; mais puisqu'il se formera des vapeurs acides durant la com-

bustion, une partie de l'objection conserve toute sa force.

Ces objections diverses, quel que soit leur poids, ne s'appliquent, au reste, qu'au gaz du charbon.

Nouvelles *Observations sur l'Endosmose et l'Exosmose, et sur la cause de ce double phénomène.*

Par M. Dutrochet, Correspondant de l'Institut, etc.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 23 juillet 1827.)

Lorsque deux liquides de densité ou de nature chimique différentes sont séparés par une cloison mince et perméable, il s'établit au travers de cette cloison deux courans dirigés en sens inverse et inégaux en force. Il en résulte que le liquide s'accumule de plus en plus au côté vers lequel est dirigé le courant le plus fort. Ces deux courans existent dans les organes creux qui composent les tissus organiques, et c'est là que je les ai désignés sous les noms d'*endosmose* et d'*exosmose*. Mes expériences m'ont prouvé que ce phénomène n'est pas produit exclusivement par les membranes organiques. Les plaques poreuses inorganiques très-minces le produisent également. L'extrême minceur de la cloison perméable est une condition nécessaire pour la production du phénomène, qui ne se manifeste point, par exemple, lorsque la cloison perméable aura 4 millimètres d'épaisseur, mais qui aura lieu lorsque cette

cloison ne sera épaisse que de 1 millimètre. Or, cependant, dans ces deux circonstances, les plaques poreuses auront eu une action capillaire égale, c'est-à-dire qu'elles auront été susceptibles de transmettre par filtration une égale quantité d'eau dans un temps donné. Le rapprochement considérable des deux liquides hétérogènes paraît donc être une des conditions nécessaires pour la production du phénomène, lequel ne dépend point de la seule capillarité, comme l'a prétendu un célèbre mathématicien, dont je vais ici retracer sommairement la théorie (1). Lorsque deux liquides de densités différentes, et dont la hauteur est en raison inverse de la densité, sont séparés par une cloison dont les canaux capillaires sont perméables à ces liquides, la pression exercée sur les orifices de ces canaux est égale de chaque côté; mais la force capillaire étant inégale aux deux bouts du canal, il en résulte que le liquide soumis à la plus forte action capillaire remplira le canal entier. Alors ce filet de liquide se trouve sollicité par deux forces opposées; 1° l'attraction du liqude auquel il appartient; 2° l'attraction du liquide différent situé du côté opposé. Or, cette dernière attraction étant supérieure à la première, il en résultera que le filet de liquide contenu dans le canal capillaire s'écoulera sans discontinuité dans le sens où il est sollicité par la plus forte attraction, et augmentera ainsi continuellement la

(1) Note sur des Effets qui peuvent être produits par la capillarité et l'affinité des substances hétérogènes; par M. Poisson. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xxxv, p. 98.)

masse du liquide vers lequel il se trouve attiré. Cet effet continuera d'avoir lieu jusqu'à ce que la différence des pressions que les deux liquides exercent en raison de leur hauteur, soit égale à celle des attractions exercées par ces deux liquides sur le filet de liquide contenu dans le canal capillaire.

Il résulte de cette théorie mathématique, qu'il ne doit exister qu'un seul courant au travers de la cloison qui sépare les deux fluides hétérogènes, et que ce courant unique doit être dirigé vers celui des deux liquides qui est doué de la plus grande force d'attraction. Or, l'observation prouve qu'il existe au travers de la cloison séparatrice deux courans opposés et inégaux en force. Ce fait, à lui seul, suffit pour infirmer la théorie de M. Poisson, et pour prouver que c'est à une autre cause que celle qu'il a indiquée qu'il faut attribuer le phénomène dont il est ici question.

Des preuves nouvelles de cette vérité seront fournies par les observations que je vais rapporter.

Si l'endosmose et l'exosmose sont des phénomènes dus à la capillarité, il doit exister un rapport constant entre la hauteur à laquelle les différens liquides s'élèvent dans un même tube capillaire, et la manière dont ils se comportent par rapport à l'endosmose et à l'exosmose. Pour rendre ici les idées plus faciles à saisir, ne considérons que le seul phénomène de l'accumulation du liquide qui a lieu de l'un des côtés de la cloison séparatrice, et voyons si cette accumulation a toujours lieu du côté où existe le liquide dont le pouvoir ascendant dans les tubes capillaires est le moins considérable, comme le suppose la théorie de M. Poisson, et

comme cela a lieu effectivement dans beaucoup de circonstances.

En général, plus un liquide est dense, moins il s'élève dans un tube capillaire; mais la densité n'est pas ici la seule cause qui détermine la moindre ascension du liquide; on sait que certains liquides très-peu denses s'élèvent cependant très-peu dans les tubes capillaires. C'est ainsi que l'alcool et l'ammoniaque, quoique moins denses que l'eau, s'élèvent cependant bien moins que ce dernier liquide dans les tubes capillaires. Ainsi les qualités chimiques du liquide produisent ici le même effet que son excès de densité. Or, j'ai observé que lorsque l'eau pure est mise en rapport, au moyen d'une cloison séparatrice membraneuse, avec un liquide dont l'ascension dans les tubes capillaires est moindre que celle de cette même eau pure, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté où se trouve le liquide *le moins ascendant* dans les tubes capillaires. Ainsi il se trouve ici un rapport constant entre le phénomène de l'accumulation du liquide et le phénomène de l'attraction capillaire. Etudions actuellement d'autres liquides.

La hauteur de l'ascension de l'eau distillée dans un tube capillaire, étant représentée par....... 100,
L'huile d'olive s'élève dans le même tube à.. 67;
L'huile essentielle de lavande s'élève à....... 58;
L'alcool à 36 degrés s'élève à............. 47.

L'huile d'olive étant mise en rapport, au moyen d'une cloison séparatrice membraneuse, avec l'huile essentielle de lavande, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté où se trouve l'huile d'olive, c'est-

à-dire, du côté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Cette action, qui est très-faible, a besoin, pour devenir appréciable, d'une température qui ne soit pas inférieure à 15 degrés R.

Si par le même moyen on met en rapport l'huile essentielle de lavande avec l'alcool, on voit l'accumulation du liquide s'effectuer du côté de l'huile essentielle, c'est-à-dire, du còté où se trouve le liquide *le plus ascendant* dans les tubes capillaires. Cette action est plus énergique que la précédente. L'huile essentielle de térébenthine se comporte, dans ces expériences, comme l'huile essentielle de lavande, et je pense qu'il doit en être de même des autres huiles essentielles.

Dans ces dernières expériences, nous obervons entre l'accumulation du liquide et l'action capillaire, un rapport nouveau et inverse de celui qui a été noté plus haut. En effet, dans les premières expériences, l'accumulation du liquide a lieu du côté où se trouve le liquide le *moins ascendant* dans les tubes capillaires, tandis que dans les secondes expériences, cette même accumulation du liquide a lieu, au contraire, du côté où se trouve le liquide le *plus ascendant* dans les tubes capillaires. Ainsi il est démontré que l'accumulation des liquides, dans les expériences dont il s'agit, n'est point dans un rapport constant avec la manière dont ces mêmes liquides se comportent par rapport à l'attraction capillaire, et il en résulte, en définitive, que l'action capillaire n'est point la cause de ce phénomène d'accumulation. Ce fait et celui de l'existence simultanée de deux courans inégaux dirigés en sens inverse au travers de la cloison séparatrice, prouve complète-

tement l'impuissance de la théorie mathématique au moyen de laquelle M. Poisson croit pouvoir expliquer le phénomène dont il est ici question. Il reste à déterminer si l'affinité qui peut exister entre des liquides hétérogènes est la cause de ce phénomène. Cette question se trouve résolue par une expérience que j'ai rapportée dans mon ouvrage (1), et que je dois rappeler briévement ici. Si on met de l'albumen d'œuf dans un large tube de verre, et que l'on fasse couler par dessus avec précaution de l'eau pure, il ne se fera aucun mélange de ces deux liquides; on verra parfaitement la ligne de démarcation qui les sépare. Or, cette ligne de démarcation ne variera point; il n'y aura aucune augmentation de volume de l'albumen quel que soit le temps que durera cette expérience. Ceci prouve invinciblement que l'albumen n'a aucune affinité pour l'eau qui le recouvre. Or, lorsque ces deux substances sont séparées par une membrane, l'eau traverse cette dernière pour s'accumuler du côté de l'albumen avec lequel elle se mêle alors. C'est donc à une autre cause qu'à l'affinité réciproque des liquides, qu'il faut attribuer ce phénomène. Pour moi, je persiste à penser que sa cause est l'électricité, tout en convenant cependant que cette électricité ne manifeste point du tout sa présence au galvanomètre, ainsi que je m'en suis assuré par diverses tentatives. Il y a plusieurs manières de concevoir la formation de cette électricité. J'ai d'abord été porté à penser qu'elle naissait du rapprochement des

(1) *L'Agent immédiat du mouvement vital dévoilé, etc.*, p. 122.

deux liquides hétérogènes que sépare imparfaitement la cloison perméable qui leur est interposée ; mais alors les deux liquides devraient, ce me semble, posséder une électricité différente, ce que le galvanomètre ne manifeste point. Il me paraît donc assez probable que cette électricité résulte du contact des liquides sur la cloison séparatrice. On sait par les expériences de M. Becquerel, que le contact des liquides sur les corps solides produit de l'électricité : ainsi, dans cette circonstance, le contact des deux liquides différens sur les deux faces opposées de la cloison séparatrice produira deux degrés différens d'électricité, laquelle sera, par conséquent, plus forte d'un côté que de l'autre ; c'est probablement de cette double action électrique que résultent les deux courans opposés et inégaux en intensité qui traversent la cloison séparatrice. Ce qu'il y a de certain, c'est que ce phénomène cesse d'avoir lieu lorsque les deux faces opposées de la cloison séparatrice ne sont plus en contact immédiat qu'avec un seul des deux fluides différens, comme le prouve l'expérience suivante. Un tube de verre muni d'un évasement terminal, lequel était bouché par une plaque d'argile blanche cuite (terre de pipe) d'un millimètre d'épaisseur, fut rempli avec une solution de gomme arabique, et plongé ensuite dans l'eau au-dessus de laquelle la partie vide du tube s'élevait verticalement. L'endosmose eut lieu et le liquide gommeux s'éleva graduellement dans le tube. Quelques heures après, l'ascension du liquide s'arrêta et bientôt il commença à descendre. Ayant retiré l'appareil de l'eau, je m'aperçus que la plaque d'argile était enduite en dehors par le liquide

gommeux chassé du dedans au dehors par l'exosmose. J'essuyai la surface extérieure de cette plaque, et je replaçai l'appareil dans l'eau. Dès ce moment, l'endosmose se manifesta de nouveau par l'ascension du liquide dans le tube. Ici les deux faces opposées de la cloison séparatrice ayant cessé d'être en contact immédiat avec les deux liquides différens, le phénomène de l'endosmose a cessé d'avoir lieu. Il paraît donc que c'est dans ce double contact que se trouve la cause de ce phénomène.

Le double phénomène de l'endosmose et de l'exosmose pouvant être produit avec des lames minces de corps inorganiques perméables aux liquides, comme il l'est avec des membranes organiques, il en résulte que ce phénomène n'est point exclusivement un phénomène organique, mais qu'il est un phénomèue de physique générale. Cependant, ce phénomène se trouve appartenir exclusivement aux corps organisés, parce que ce n'est que chez eux que l'on trouve des fluides différens séparés par des cloisons minces et perméables. Cette disposition ne se trouve nulle part dans la nature inorganique. Ainsi le double phénomène de l'endosmose et de l'exosmose est, *par le fait* et non *par sa nature* un phénomène exclusivement physiologique. C'est le point par lequel la physique des corps vivans se confond avec la physique des corps inorganiques. Plus on avancera dans la connaissance de la physiologie, plus on aura de motifs pour cesser de croire que les phénomènes de la vie sont essentiellement différens des phénomènes physiques : cette opinion, que l'autorité de Bichat a surtout contribué à établir, est indubitablement erronée.

MÉMOIRE

Sur l'Électricité des fluides élastiques, et sur une des causes de l'Électricité de l'atmosphère.

Par M. Pouillet.

(Lu à l'Académie des Sciences le 30 mai 1825.)

Depuis la découverte de Franklin sur l'électricité de l'atmosphère, on a fait dans tous les pays savans de nombreuses observations sur les phénomènes qui dépendent de cette électricité naturelle. On a démontré que les nuages orageux sont fortement électrisés, les uns positivement, les autres négativement; que les nuages ordinaires ont presque toujours l'une ou l'autre électricité, mais en trop faible charge pour produire les explosions de la foudre; enfin on a reconnu que, par un ciel pur et sans nuages, l'air lui-même a une certaine intensité électrique, et que cette intensité semble augmenter à mesure qu'on s'élève dans des régions plus hautes.

Pendant les orages de nos climats, et surtout pendant les orages plus violens des tropiques, les électricités de l'atmosphère se recomposent en grande quantité et se détruisent l'une l'autre; car l'éclair est, comme on sait, une recomposition des électricités contraires. Il faut donc que pendant le cours d'une année il se reproduise dans l'atmosphère autant d'électricité qu'il s'en détruit par les orages et par les autres phé-

nomènes électriques. On a fait des hypothèses sans nombre sur l'origine et sur la formation de cette prodigieuse quantité d'électricité, mais entre toutes, l'hypothèse de Volta paraît seule avoir quelques fondemens : Volta suppose que les corps prennent de l'électricité en changeant d'état, et qu'en conséquence la vapeur d'eau qui s'élève sans cesse sur les continens et les mers doit être électrisée par le fait seul de son passage à l'état de fluide élastique. Cette opinion a trouvé peu de contradicteurs; et sans doute, pour venir la combattre aujourd'hui, il faut avoir des preuves bien directes et bien décisives.

En reprenant les expériences par lesquelles les plus habiles observateurs ont cru prouver que les changemens d'état des corps sont accompagnés d'un dégagement d'électricité, il m'est arrivé que les signes électriques ont été d'autant plus faibles que j'ai mis plus de soin à écarter les causes étrangères. Par exemple, quand j'ai pris de l'eau parfaitement pure pour la faire évaporer, soit lentement, soit rapidement, sur un corps qui ne pouvait se combiner ni avec elle ni avec ses élémens, il m'a été impossible de recueillir aucune trace d'électricité.

De nombreuses expériences, faites sur différens corps, m'ont fait voir que ce n'est jamais le changement d'état qui dégage de l'électricité, mais toujours une action chimique plus ou moins vive qui s'exerce entre les élémens de ces corps et les vases qui les contiennent; car, en évitant les actions chimiques, toutes les traces d'électricité disparaissent. Ainsi l'électricité de l'atmosphère ne pouvant avoir l'origine que Volta lui assignait, j'ai été ramené avec quelque confiance à lui supposer une autre origine à laquelle j'avais pensé depuis long-temps.

Il me semblait que les phénomènes de la végétation ne pouvaient pas s'accomplir sans un dégagement d'électricité, et l'expérience a en effet confirmé cette idée de la manière la plus frappante.

Mais avant d'entreprendre sur les actions végétales des expériences directes qui devaient nécessairement être très-délicates et très-compliquées, il était nécessaire d'examiner les propriétés électriques des gaz, au moment de leurs combinaisons. Ainsi ce Mémoire se divise en deux parties : la première est relative à l'électricité des combinaisons gazeuses, et la seconde à l'électricité qui se développe dans la végétation.

PREMIÈRE PARTIE.

De l'Électricité des Combinaisons gazeuses.

La première découverte du développement de l'électricité par les actions chimiques remonte à l'année 1781. A cette époque, Volta était à Paris ; déjà célèbre en Italie, il parcourait l'Europe pour visiter les savans. Entre toutes les inventions remarquables auxquelles il avait attaché son nom, celle du condensateur était la plus récente et excitait alors un vif intérêt. Cet instrument ne pouvait manquer d'être accueilli et apprécié par l'Académie des Sciences de Paris, et en effet, deux des membres les plus illustres de cette Compagnie, MM. Lavoisier et de Laplace en eurent à peine connaissance qu'ils en consacrèrent en quelque sorte l'usage et l'immense utilité par une grande découverte : ils firent voir, pour la première fois et de concert avec Volta,

que, dans les combinaisons chimiques, il se développe de l'électricité, et qu'au moyen du condensateur on peut la recueillir et la rendre sensible. Ces expériences, qui ouvraient une nouvelle carrière, furent répétées depuis avec des succès différens. Volta rapporte dans ses ouvrages qu'il ne manquait jamais d'obtenir de l'électricité par l'évaporation de l'eau et par la combustion du charbon. De Saussure, au contraire, qui fit des expériences si exactes et si curieuses sur la formation de la vapeur, ne parvint jamais à obtenir de l'électricité par la combustion. Enfin sir H. Davy ne put découvrir non plus aucune trace d'électricité par la combustion du fer ou du charbon dans l'oxigène pur ou dans l'air. Plus récemment d'autres physiciens ont tenté de nouvelles recherches sur l'électricité de la flamme (*Annales de Chimie,* t. XXV, p. 378 et t. XXVII, p. 5); mais les hypothèses qu'ils ont faites ne pouvaient les conduire à la vérité.

Le fait fondamental auquel je suis arrivé explique très-simplement ces contradictions et ces erreurs. En reprenant ces expériences, je me suis appliqué d'abord à la combustion du charbon, et, dans mes premiers essais, j'ai vu avec une grande surprise qu'on en pouvait tirer, tantôt l'électricité positive, tantôt la négative, et que d'autres fois il n'y avait pas moyen d'obtenir le moindre signe électrique. De ces résultats différens et même opposés, il semble d'abord qu'il n'y ait rien à conclure; mais en y réfléchissant, on voit que certainement la combustion du charbon donne de l'électricité; car, si elle n'en donnait pas, on ne pourrait jamais en observer. De plus, il est certain qu'elle donne les deux électricités, puisqu'on obtient tantôt la rési-

neuse et tantôt la vitrée. Supposant alors que l'une des électricités est prise par le charbon et l'autre par l'oxigène ou par l'acide carbonique, le plus sûr moyen d'obtenir des effets réguliers et constans devait être d'isoler ces électricités au moment de leur formation, et pour cela de séparer autant que possible le corps comburent du corps combustible.

En disposant l'expérience d'après cette vue, toutes les contradictions disparaissent; on peut recueillir à volonté l'électricité du charbon ou celle de l'acide carbonique, et dès-lors on voit les phénomènes se montrer toujours parfaitement semblables et avec une grande intensité. Après bien des essais, je me suis arrêté aux dispositions suivantes : pour avoir l'électricité de l'acide carbonique, il suffit de prendre un seul charbon d'un assez gros diamètre, de le façonner en cylindre dont les bases soient à peu près planes, et de le placer verticalement à 6 ou 8 centimètres au-dessous d'une plaque de laiton qui repose sur l'un des plateaux du condensateur; alors, si le charbon communique au sol et qu'on l'allume à sa base supérieure sans que le feu gagne la surface latérale, il s'élève une colonne d'acide carbonique, qui vient frapper la plaque de laiton ; et en très-peu d'instans le condensateur est chargé. L'électricité qu'il reçoit de l'acide carbonique est toujours positive. Si, au lieu de tenir le charbon tout droit, on le tient à peu près horizontal de manière que l'acide carbonique qui se forme ne puisse s'élever qu'en montant le long de la base du charbon qui est alors verticale, on n'obtient plus d'effet sensible. Pareillement, si, en le tenant vertical on allume la surface latérale

aussi-bien que la surface supérieure, on n'obtient plus que des effets incertains.

Pour avoir maintenant l'électricité que prend le charbon lui-même par la combustion, on peut se contenter de le poser, par sa base inférieure, directement sur le plateau du condensateur; alors on allume sa base supérieure, on soutient le feu par un léger courant d'air, et en quelques instans le condensateur est chargé. L'électricité qu'il reçoit du charbon est toujours négative. Si le charbon ne touche le condensateur que par quelques points, ou s'il brûle par toute sa surface, on n'obtient plus d'effet; sans doute, dans le premier cas, un petit nombre de points de contact ne donnent passage qu'à une trop petite quantité d'électricité, et dans le second cas, l'acide carbonique étant électrisé positivement à l'instant où il se forme, et touchant la surface latérale du charbon qui est négative, les deux électricités contraires se recomposent.

Pour obtenir des effets plus prompts et plus intenses, on peut prendre plusieurs cylindres de charbon, ayant la même hauteur, les placer debout et très-près l'un de l'autre sur une plaque de laiton d'une assez grande largeur; alors, après avoir enflammé toutes les bases supérieures, on a une large colonne d'acide carbonique qui s'élève et qu'on reçoit contre une autre plaque de laiton élevée de quelques pouces, ou même de plus d'un pied, et communiquant au condensateur. Avec cette disposition l'expérience est très-rapide, et dans quelques secondes on a une forte charge d'électricité vitrée dans le plateau qui communique avec l'acide carbonique. Au contraire, si l'on veut avoir l'électricité du

charbon, on joint au condensateur la plaque de laiton sur laquelle tous les cylindres allumés sont debout. Il suffit encore de quelques secondes de temps pour que le condensateur prenne abondamment l'électricité résineuse. Lorsque la combustion est alimentée par un courant d'oxigène, l'électricité se dégage plus rapidement et prend une plus forte tension. Il suffit alors d'un seul instant pour que les lames d'or du condensateur soient portées au plus haut degré de divergence. Mais, dans tous les cas, soit qu'on opère sur de petites ou sur de grandes surfaces de charbon, soit qu'on abandonne la combustion à elle-même, soit qu'on l'alimente par un courant d'air ou par un courant d'oxigène plus ou moins vif, si l'on veut obtenir des signes d'électricité toujours certains et identiques, la condition essentielle est d'enflammer seulement la surface horizontale du charbon, de telle sorte que l'acide carbonique se forme et s'élève en un moment et sans avoir touché aucun corps avant d'arriver à la plaque de laiton où il doit déposer son électricité. Cette condition est si décisive que, si on dirige, par exemple, un dard d'oxigène contre le flanc d'un cylindre de charbon qui est debout sur le condensateur, et qu'on excite ainsi une très-vive combustion qui forme bientôt une cavité profonde, il est impossible, malgré l'excessive rapidité de la combustion, de recueillir des quantités sensibles d'électricité, ou bien les signes qu'on obtient sont tantôt positifs et tantôt négatifs.

D'après cela, il suffit de savoir que Lavoisier et de Laplace, Volta et de Saussure faisaient leurs expériences dans un réchaud de métal, pour se rendre

compte des oppositions ou des incertitudes de leurs résultats.

Après avoir levé ces premières difficultés d'expérience, il était permis d'aborder la question fondamentale que j'avais en vue, celle de savoir si l'électricité est produite par le changement d'état ou par l'affinité chimique. Volta avait supposé et on avait généralement admis que le charbon, en passant de l'état solide à l'état gazeux, absorbe de l'électricité vitrée, et laisse aux parties solides restantes l'électricité résineuse qu'on y découvre. D'autres recherches sur l'électricité des combinaisons chimiques me conduisaient, au contraire, à supposer que, si les deux élémens qui se combinent dégagent de l'électricité, l'un d'eux dégage le fluide positif et l'autre le fluide négatif, et que réciproquement, quand ils se séparent, chacun d'eux a besoin de reprendre le fluide qu'il avait perdu. Pour résoudre cette question et arriver à la véritable origine de l'électricité chimique, il fallait former des combinaisons qui ne fussent pas accompagnées de changement d'état, et entre toutes celles qui se présentaient, j'ai choisi d'abord celle de l'oxigène et de l'hydrogène, comme étant la plus facile à produire dans des conditions requises.

La flamme de l'hydrogène m'a offert des résultats contradictoires, comme la combustion du charbon : dans l'intervalle de quelques minutes, elle donne tour à tour l'électricité positive et la négative, des signes très-intenses et des signes très-faibles, et souvent même il est impossible d'obtenir aucun effet. En recherchant les causes de toutes ces contrariétés, j'en ai trouvé plusieurs avant de trouver la véritable et la plus essentielle.

J'ai pu remarquer d'abord que tout ce qui m'environnait avait de l'influence sur les résultats, par exemple, une croisée ouverte ou fermée, un peu de feu dans le laboratoire, ou même une bougie allumée, une pile en activité ou une petite machine dont on aurait tourné le plateau seulement d'un quart de tour, toutes ces circonstances et d'autres encore étaient autant de sources de discordance entre les résultats. Cependant tous ces accidens tiennent à une cause si simple qu'ils n'auraient pas dû m'arrêter long-temps. On sait que les gaz très-chauds sont de bons conducteurs de l'électricité, et on peut le démontrer par une expérience curieuse : que l'on place sur un électroscope ordinaire une très-petite lampe à esprit-de-vin, et qu'à 5 ou 6 pieds au-dessus d'elle on présente un bâton de résine électrisé, ou une lame de verre, ou un autre corps quelconque très-faiblement chargé, à l'instant on verra une très-grande divergence dans les lames; et cependant le même corps avec la même charge électrique ne donnerait aucun signe de divergence si on le présentait à l'électroscope sans flamme, même à la distance d'un pouce. Cet appareil m'est devenu très-utile pour reconnaître les plus petites traces d'électricité, et il m'a fait comprendre tous les accidens dont je viens de parler. En effet, quand on a tourné le plateau d'une machine électrique, l'air de l'appartement est électrisé, et la flamme qui s'élève dans cet air se charge à l'instant de l'électricité de même nom et l'apporte au condensateur. Une pile en activité électrise l'air comme une machine, et la flamme de l'électroscope en donne la preuve; un feu de charbon ou même une bougie allumée produisent de

l'acide carbonique électrisé positivement, et la flamme de l'électroscope accuse encore la présence de cette électricité. Enfin l'air atmosphérique est toujours électrisé, et s'il pénètre dans un appartement par une croisée ouverte et qu'il s'y renouvelle, je me suis assuré qu'il peut conserver assez long-temps son état électrique pour jeter un grand trouble dans les recherches que l'on fait sur des quantités d'électricité très-faibles. Mais il y a des moyens de se mettre à l'abri de toutes ces causes d'erreur, et on peut admettre que, dans tout ce qui va suivre, elles n'ont eu aucune espèce d'influence sur les résultats.

Revenons maintenant à la combustion de l'hydrogène. Le gaz s'écoule par un tube de verre; la flamme est verticale, offrant une largeur de 4 ou 5 lignes sur une longueur d'environ 3 pouces; l'électricité est conduite au condensateur, non plus par une plaque de laiton, mais par un fil de platine dont l'extrémité est roulée en spirale ou en tire-bouchon. La spire est toujours verticale, mais tantôt ses circonvolutions sont d'un assez grand diamètre pour envelopper la flamme sans la toucher, tantôt elles sont assez petites pour que la spire entière puisse être enveloppée complètement dans l'intérieur de la flamme. Lorsqu'on approche la flamme du contour extérieur de la spire en la maintenant à 10 millimètres de distance, on obtient des signes d'électricité vitrée. Ces signes deviennent de plus en plus intenses à mesure que la distance diminue. Mais quand la flamme touche la spire, les signes électriques deviennent faibles et incertains. Il en est de même quand la flamme passe à l'intérieur de la spire et suivant son

axe. Ainsi, autour de la flamme apparente de l'hydrogène, il y a une sorte d'atmosphère de plus de 10 millimètres d'épaisseur, qui est toujours chargée d'électricité vitrée (1).

Puisqu'il y a de l'électricité vitrée de développée dans ce phénomène de combustion, il faut bien qu'il y ait quelque part de l'électricité résineuse; essayons de la découvrir. Comme elle ne paraît en aucun des points du dehors de la flamme, il faut essayer de pénétrer à l'intérieur, en évitant autant que possible le contour extérieur qui donne toujours de l'électricité vitrée. Pour cela, il suffit de prendre la spire à petit diamètre et de la plonger au centre de la flamme de manière qu'elle en soit bien enveloppée de toutes parts; en effet, de cette manière le condensateur se charge encore, mais cette fois la flamme lui donne l'électricité résineuse. Ainsi le dedans et le dehors de la flamme sont dans des états électriques opposés, le dehors est toujours vitré et le dedans toujours résineux. Il suit de là qu'il y a une couche de la flamme où l'électricité serait nulle, et en effet, si on plonge la spire de manière qu'elle pénètre à peu près par moitié dans la partie brillante de la flamme, tous les effets électriques disparaissent. Voilà une analogie bien frappante entre la combustion de l'hydrogène et celle du charbon. Certainement, dans toute l'épaisseur de cette atmosphère extérieure où nous trouvons l'électricité vitrée, la combinaison ne s'y fait

---

(1) Il est impossible de confondre cette électricité avec celle qui pourrait se dégager au contact de différentes pièces de l'appareil; car sa tension est beaucoup plus grande.

pas, car l'hydrogène ne peut pas y arriver; il faut donc que cette électricité que nous y observons soit une électricité communiquée; et d'où peut-elle provenir si ce n'est de la combustion elle-même, ou plutôt de l'oxigène qui est prédominant à l'extérieur et qui enveloppe en quelque sorte tout le jet d'hydrogène?

Il faut donc que cet oxigène qui se combine dégage de l'électricité vitrée, qui se communique aux couches d'air voisines élevées à une assez haute température, pour faire l'office de corps conducteur; et pareillement dans l'intérieur de la flamme c'est l'hydrogène qui est en plus grande proportion, et puisqu'on y trouve de l'électricité résineuse, il faut bien qu'elle se dégage de l'hydrogène qui brûle, et qu'elle se communique aux parties excédantes de l'hydrogène qui ne sont pas encore combinées.

Si les phénomènes se passent de la sorte, il est probable qu'à une certaine distance au-dessus de la flamme, les deux fluides contraires ne doivent plus paraître, parce qu'ils auront pu se combiner, et c'est en effet ce qui arrive lorsqu'on essaie de recueillir l'électricité à une assez grande distance au-dessus d'une flamme verticale; mais si on se met à une distance de quelques pouces seulement, on obtient d'autres effets, les deux fluides électriques paraissent bien en même quantité, mais ne sont pas recomposés; car si on présente une plaque soudée de zinc et de cuivre, la partie zinc attire le résineux et la plaque cuivre, au contraire, attire le vitré. Enfin, si, au lieu de faire sortir l'hydrogène par un tube de verre, on le fait sortir par un tube de métal qui ne communique point au sol, mais seule-

ment avec le condensateur, on observe que ce tube de métal qui touche l'hydrogène sans même toucher la flamme, prend toujours l'électricité résineuse; et que si au contraire on le fait communiquer au sol, il perd de cette manière l'électricité résineuse que tout-à-l'heure il apportait au condensateur, et le produit de la combustion conserve un excès d'électricité vitrée.

Ces expériences sur la combustion de l'hydrogène et sur celle du charbon me rendaient facile l'examen des autres substances combustibles, soit qu'elles fussent solides, liquides ou gazeuses; il serait trop long et peut-être inutile de rapporter le détail des nombreuses expériences que j'ai faites sur l'alcool, l'éther, la cire, les huiles, les graisses et plusieurs substances végétales. Les flammes de tous ces corps m'ont présenté exactement le même phénomène que la flamme d'hydrogène.

J'ai remarqué seulement que les molécules de carbone qui sont flottantes dans les flammes de cette espèce, et qui, suivant l'observation de sir H. Davy, leur donnent cet éclat dont elles brillent, les rendent aussi plus propres à manifester l'électricité résineuse.

De l'ensemble de toutes ces expériences résulte un principe général : savoir, que dans la combustion les molécules d'oxigène qui se combinent, dégagent de l'électricité positive qui peut se communiquer aux molécules voisines non encore combinées; et que le corps combustible, au contraire, dégage de l'électricité négative qui peut pareillement se communiquer à toutes les parties combustibles environnantes.

DEUXIÈME PARTIE.

De l'Électricité produite par les végétaux.

Après m'être assuré, autant qu'il était en mon pouvoir, de la vérité et de la fécondité du principe dont je viens de donner l'énoncé, j'ai entrevu la possibilité de l'appliquer aux combinaisons qui s'opèrent dans la nature; et surtout à celles que les feuilles des végétaux produisent sans cesse avec l'air atmosphérique. On sait par les expériences de Priestley, d'Inghenouz de Sennebier, et surtout par les recherches si ingénieuses et si exactes de M. Théod. de Saussure, que les diverses parties des plantes agissent sur l'air atmosphérique; que tantôt elles forment aux dépens de l'oxigène une assez grande quantité d'acide carbonique qui se dégage insensiblement, et que tantôt elles exalent de l'oxigène pur, provenant de quelque combinaison qui s'opère dans l'intérieur de la plante.

Or, s'il est vrai que tout acide carbonique est électrisé vitreusement au moment de sa formation, il en résulte que les plantes doivent produire dans l'air par l'expiration de cet acide, une quantité d'électricité vitrée plus ou moins considérable : c'était là le but essentiel de mes recherches, et j'avais assez d'impatience de voir arriver les beaux jours pour mettre à l'épreuve cette conséquence qui me semblait nécessaire. Depuis le mois de mars, j'ai fait, dans mon laboratoire, un assez grand nombre d'expériences pour constater qu'en effet la végétation est une source abondante d'électricité, et par conséquent une cause puissante pour produire

l'électricité atmosphérique. Mes expériences ont été conduites de la manière suivante.

Douze capsules de verre, de 8 à 10 pouces de diamètre, sont enduites à l'extérieur et seulement vers le bord, dans une étendue de 1 à 2 pouces, d'une couche de vernis à la gomme laque. On les dispose sur deux rangs à côté l'une de l'autre, soit en les plaçant simplement sur une table de bois très-sec, soit en les posant sur une table qui est elle-même vernie à la gomme laque. On les remplit de terre végétale, et on les fait communiquer ensemble par des fils de métal, qui vont de l'intérieur de l'une à l'intérieur de l'autre en passant sur les bords des capsules. Ainsi tous les intérieurs des douze capsules et le terreau qu'elles contiennent ne forment qu'un seul corps conducteur. Supposez que par une cause quelconque on donne de l'électricité à ce système, elle se distribuera dans les douze capsules, et ne pourra pas s'écouler dans le sol, ni même passer à leur surface extérieure, car elle se trouvera arrêtée sur les bords de chacune d'elles, par la couche de gomme laque. Mais sans donner ainsi de l'électricité qu'il serait peut-être difficile d'enlever ensuite, on approche un condensateur ; on met son plateau supérieur en communication avec l'une des capsules au moyen d'un fil de laiton, et son plateau inférieur en communication avec le sol, par le même moyen. Ces communications sont établies de manière à pouvoir se maintenir pendant plusieurs heures, et même pendant plusieurs jours. Alors dans la terre des capsules, on sème la graine dont on veut étudier les effets, du blé, par exemple. Dès ce moment, l'expérience est commencée, le laboratoire

reste exactement fermé, et on n'y porte ni feu ni lumière, ni aucun corps électrisé.

Au mois de mars, pendant les vents secs du nord et de l'est, ces précautions étaient suffisantes, et j'ai observé les phénomènes suivans. Pendant les deux premiers jours, la surface du terreau s'est desséchée, les graines se sont gonflées, le germe est sorti de son enveloppe d'environ une ligne, sans paraître encore au-dessus de la mince couche de terre qui recouvrait le grain; et le condensateur, essayé à plusieurs reprises, n'a donné aucune trace d'électricité. Le troisième jour, les germes étaient sortis de terre, et commençaient à élever leurs pointes en les inclinant vers la croisée qui n'avait pas de volet; alors, en essayant le condensateur, j'ai vu, pour la première fois, une divergence dans les lames. Ainsi l'action rapide que le germe naissant exerce sur l'oxigène de l'air, dégage de l'électricité. Cette électricité était résineuse dans les capsules, et par conséquent vitrée dans les gaz qui s'étaient dégagés. L'appareil est remis à l'état naturel, quelques heures s'écoulent encore, et il s'est chargé d'une nouvelle quantité d'electricité. Il était curieux d'observer les effets de la nuit, car on sait que durant cette période les plantes en général se comportent autrement à l'égard de l'air. Le lendemain, dès le matin, en visitant mon appareil, il a donné une assez forte charge électrique, et l'électricité n'avait pas changé de nature. Dès ce moment, la végétation a continué assez activement pendant huit jours; et dans cet intervalle de temps, je n'ai pas cessé d'observer le condensateur, soit à différentes heures de la journée, soit le soir après

le coucher du soleil, soit à une heure plus avancée de la nuit, soit le matin de très-bonne heure, ou au lever du soleil, et toujours l'électricité s'est montrée en plus ou moins grande quantité, suivant le temps qui s'était écoulé, après douze heures la divergence était de plus d'un pouce dans les lames; et dans toutes ces expériences, la terre des capsules prenait toujours l'électricité résineuse.

Après cette première période de huit jours, le temps a changé; une grande humidité a pénétré dans le laboratoire, bien qu'il fût fermé avec toutes les précautions possibles, et dès-lors il a été impossible de recueillir la moindre quantité d'électricité.

Douze autres capsules étaient prêtes, dans lesquelles une autre végétation était commencée; et comme elle était très-active tandis que la première était devenue languissante à cause de la sécheresse, j'imaginais que cette nouvelle végétation me donnerait des marques très-fortes d'électricité; mais après l'avoir éprouvée avec des attentions infinies, il m'a été impossible d'en rien tirer. Ainsi, contrarié par le temps, il n'y avait qu'un moyen de me mettre à l'abri de ses variations, et de faire des expériences suivies; c'était de fermer le laboratoire encore plus exactement, et d'y maintenir un degré de sécheresse convenable au moyen de corps absorbans. Plusieurs boisseaux de chaux vive concassée en petits fragmens, ont été répandus dans l'appartement qui est très-vaste, plusieurs kilogrammes de muriate de chaux, distribués dans des soucoupes de porcelaine, ont été placés près des capsules de végétation, et enfin, après cinq ou six jours de l'action desséchante de tous

ces agens réunis, j'ai pu produire artificiellement une atmosphère convenablement sèche et pareille à celle du mois de mars. Alors tous les signes électriques ont reparu même avec une plus grande intensité, et désormais à l'abri des influences et des variations du temps, j'ai pu multiplier les expériences autant qu'il était nécessaire. J'ai fait de cette manière deux végétations de blé, deux de cresson alénois, une de giroflée de Mahon, et une autre de luzerne; dans chaque opération, le développement de l'action végétale et celui des phénomènes électriques qui l'accompagnent, ont été suivis pendant dix à douze jours.

Il se présente une circonstance singulière, c'est qu'après les trois ou quatre premiers jours de végétation, si l'on met le condensateur à l'état naturel après une observation, et qu'ensuite on le remette en expérience seulement pendant une seconde, déjà il se trouve chargé d'électricité. Or, il est évident que pendant une seconde, le poids d'oxigène qui se combine ou qui se dégage dans une végétation languissante, qui n'a que trois ou quatre pieds carrés d'étendue, est un poids si faible et une fraction de milligramme si imperceptible que l'électricité qu'il dégage ne peut être sensible au condensateur. On pourrait craindre, d'après, cela que cette électricité n'eût une autre source, et qu'elle ne fût développée par quelque cause étrangère; mais en y réfléchissant, on voit que la terre des capsules se dessèche, qu'elle devient un conducteur imparfait, que l'électricité qui s'y est accumulée s'y trouve retenue, et que c'est elle qui charge le condensateur. Pour s'en assurer, il suffit de mettre en contact, avec le conden-

sateur successivement une, deux, trois, ou un plus grand nombre de capsules, et on voit la charge augmenter à mesure que leur nombre augmente ; enfin, il suffit de les mettre en communication avec le sol pendant long-temps, alors elles ne donnent plus de charge au condensateur, et il faut que des heures entières s'écoulent pour qu'elles puissent, après cela, lui communiquer une électricité sensible. C'est sans doute cette imparfaite conductibilité de la terre desséchée qui m'a mis dans l'impossibilité d'observer jusqu'ici aucun changement électrique par les périodes du jour et de la nuit, bien que j'aie pris beaucoup de précautions pour le constater, présumant que si le dégagement d'acide carbonique produit dans le sol de l'électricité résineuse, le dégagement de l'oxigène devrait, au contraire, y produire de l'électricité vitrée.

C'est peut-être aussi la même cause qui a donné naissance à un autre phénomène que je n'ai pas encore assez étudié pour en rendre un compte exact. Il est arrivé deux fois que les signes electriques ont cessé pendant deux ou trois jours, et qu'ils se sont présentés ensuite en sens opposés, c'est-à-dire que les capsules ont manifesté l'électricité vitrée, et ont continué de la manifester ainsi avec une très-faible intensité pendant tout le reste de la végétation.

En résumant l'ensemble de ces expériences, il en résultera les conséquences suivantes :

Premièrement. Que les gaz dégagent de l'électricité lorsqu'ils se combinent, soit entr'eux, soit avec les corps solides ou liquides :

Que dans ces combinaisons, l'oxigène dégage toujours

l'électricité positive, et le corps combustible, quel qu'il soit, l'électricité négative;

Et que réciproquement, quand une combinaison se défait, chacun des élémens, manquant alors de l'électricité qu'il avait dégagé, se trouve dans un état électrique opposé. Cette réciprocité montre en quoi l'état naissant diffère de l'état définitif d'un corps.

Il en résulte, secondement, que l'action des végétaux sur l'oxigène de l'air est une des causes les plus permanentes et les plus puissantes de l'électricité atmosphérique; et si l'on considère, d'une part, qu'un gramme de charbon pur, en passant à l'état d'acide carbonique, dégage assez d'électricité pour charger une bouteille de Leyde; et d'une autre part, que le charbon qui est engagé dans la constitution des végétaux ne donne pas moins d'électricité que le charbon qui brûle librement, on peut conclure, comme mes expériences directes tendent à l'établir, que sur une surface de végétation de 100 mètres carrés il se produit en un jour plus d'électricité vitrée qu'il n'en faudrait pour charger la plus forte batterie électrique.

Cette origine de l'électricité de l'atmosphère une fois démontrée par des expériences rigoureuses, il reste à voir ce qu'elle devient, par quelles lois et par quelles propriétés elle se propage dans l'air, se disperse, s'élève et s'accumule dans les hautes régions de l'atmosphère. J'ai déjà recueilli quelques données fondamentales sur ce sujet, et j'espère que mes autres occupations me permettront de continuer ce travail.

Sur *les Combinaisons du Mercure.*

Par Mr C. G. Mitscherlich.

Acide nitrique et Protoxide de mercure.

Lorsqu'on laisse agir à froid de l'acide nitrique sur le mercure, ou que l'on chauffe de l'acide nitrique faible avec un excès de mercure, on obtient des cristaux transparens dans lesquels l'oxide est au plus bas degré d'oxigénation. On a pris jusqu'à présent ces cristaux pour une combinaison neutre, sans faire attention que la forme des cristaux change aussitôt que l'on fait varier un peu la méthode de préparation. On trouve, par exemple, que les cristaux du nitrate fait à froid changent de forme au bout d'un certain temps, et que si on les fait digérer avec du protoxide, on obtient d'autres cristaux différens des précédens. Dans tous, le mercure est au plus bas degré d'oxidation, et pour savoir si ces trois espèces de combinaisons diffèrent par le rapport de l'acide à la base, ou par la proportion de l'eau de cristallisation, j'ai entrepris les recherches suivantes :

Nitrate de protoxide de mercure neutre. On le prépare en mettant de l'acide nitrique avec du mercure. Avec l'acide concentré ou étendu, on obtient bientôt, même avec un excès de mercure, des cristaux transparens, qui changent de forme au bout d'un certain temps. Il paraît, d'après cela, que pendant qu'il reste beaucoup d'acide libre, le sel neutre se forme toujours; mais que, lorsque l'acide n'est plus en grand excès, il ne sert plus qu'à oxiduler le mercure; le sel neutre se

redissout, prend une nouvelle quantité d'oxide et forme un sel basique.

En décomposant les cristaux obtenus en premier lieu par le sel marin, tout le mercure se précipite à l'état de proto-chlorure, et le liquide est parfaitement neutre; ce qui prouve que le mercure était à l'état de protoxide, et que le sel n'était ni avec excès de base ni avec excès d'acide. En traitant les cristaux avec beaucoup d'eau, ils se décomposent en un sel acide soluble et en un sel basique insoluble; mais il ne se fait aucun changement dans l'oxide.

Pour analyser ce sel, on l'a dissous dans l'eau, puis on a ajouté de l'acide hydro-chlorique et enfin du proto-chlorure d'étain. Il se précipite aussitôt du mercure en poudre très-fine qui se rassemble en globules par une douce chaleur. On laisse le liquide s'éclaircir, on le décante et on fait bouillir le résidu avec de l'acide hydro-chlorique pour réunir le mercure en un seul globule, mais en ayant l'attention de ne point laisser échapper de vapeur, parce qu'elle entraînerait un peu de mercure. De 100 parties de nitrate, on obtient 73,13 de protoxide de mercure. La décomposition du nitrate par le feu a donné 73,78.

La quantité d'eau contenue dans le nitrate a été obtenue en le transformant en nitrate de baryte, ce qui a fait connaître aussi la proportion d'acide nitrique. On a ainsi obtenu :

Protoxide de mercure...	73,78;
Acide nitrique.........	19,57;
Eau.................	6,65;

ce qui revient à 1 atome d'acide, 1 d'oxide et 2 d'eau; car, dans cette supposition, on trouve :

Protoxide de mercure...	74,54;
Acide nitrique.........	19,09;
Eau....................	6,37.

Nitrate basique de protoxide de mercure. On l'obtient de la même dissolution que le nitrate neutre, pourvu qu'on aie soin d'y entretenir un excès de mercure. Il est formé de 3 atomes d'oxide, 2 d'acide et 3 d'eau; en effet :

	Par l'analyse.	Par le calcul.
Oxide.....	82,09	82.40;
Acide.....	14,21	14.08;
Eau.......	3,70	3.52.

Le rapport de l'oxigène de l'acide à celui de la base est ici de 3 $\frac{1}{3}$ à 1; et comme ce rapport est très-rare, j'ai pensé qu'il pourrait y avoir un autre sel basique dans lequel le rapport serait de 2 $\frac{1}{2}$ à 1; mais ayant dissous le nitrate précédent dans de l'eau aiguisée d'acide nitrique, et l'ayant fait digérer avec du protoxide de mercure, j'ai retrouvé le même sel, mais avec une forme différente de celle des deux précédens. Le nitrate basique d'oxidule de mercure appartient par conséquent à la classe des corps dimorphes.

Il est cependant incontestable que les sels insolubles que l'on obtient en traitant le nitrate basique par une grande quantité d'eau démontrent l'existence d'un autre nitrate basique; mais n'ayant pas réussi à l'obtenir cristallisé, j'en aurais regardé l'analyse comme trop

incertaine. Par le même motif, je n'ai pas fait celle du sel insoluble que laisse le nitrate neutre traité par l'eau.

Donovan admet deux autres combinaisons basiques; il obtient la première en traitant le nitrate neutre par l'eau froide, et la seconde en le traitant par l'eau bouillante. Mais comme on peut obtenir, par de longs lavages à l'eau chaude, de l'oxidule pur, il est évident que ces poudres diversement colorées sont des mélanges de combinaisons basiques, et non des composés définis. La précipitation du nitrate de mercure par la potasse, ou la trituration de l'oxidule de mercure avec l'acide nitrique faible, ne donnent aucun résultat certain.

Acide nitrique et Peroxide de mercure.

Le nitrate de peroxide de mercure cristallise très-difficilement, et donne rarement des formes déterminées. Traité par l'eau, il donne un sel soluble et un sel basique insoluble; mais, par de nombreuses lotions à l'eau bouillante, le peroxide perd tout son acide. La potasse précipite une poudre jaune, et l'ammoniaque une poudre blanche dont la nature sera déterminée plus bas Les cristaux de nitrate, triturés avec du sel marin et de l'eau, donnent une poudre rouge insoluble, et l'eau tient en dissolution du perchlorure. Il résulte de cette expérience que les cristaux sont un sel basique. En mêlant du perchlorure de mercure avec du nitrate d'argent, on obtient une dissolution qu'on ne peut amener à cristallisation.

Les cristaux de nitrate de peroxide, décomposés par

la chaleur ou par le proto-chlorure d'étain, ont donné à peu près la même quantité d'oxide; l'acide a été déterminé en transformant le sel en nitrate de baryte, et l'eau par soustraction. Voici le résultat de l'analyse :

Peroxide de mercure...	75,88;
Acide nitrique........	18,90;
Eau..................	5,22;

d'où il suit que le sel est formé de 2 atomes d'oxide, 1 d'acide et 2 d'eau.

Nitrate d'oxidule de mercure et d'ammoniaque. La meilleure manière de préparer ce sel est de prendre du nitrate de protoxide de mercure pur, de le dissoudre dans l'eau aiguisée d'acide nitrique, et d'ajouter une dissolution très-étendue d'ammoniaque : il se fait un précipité d'un gris noir qui est le sel double d'oxidule de mercure et d'ammoniaque. Si on ajoute plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour former le sel double, le précipité est changé en une poudre grise très-pesante, qui, chauffée avec de l'acide hydro-chlorique, donne des globules de mercure, et le liquide contient du peroxide. Il suit de là que le protoxide se change en métal et en peroxide; la décomposition est déterminée par le nitrate d'ammoniaque, qui a plus d'affinité pour le peroxide que pour le protoxide, et parce que le nitrate de protoxide de mercure et d'ammoniaque se dissout dans un excès d'ammoniaque, et forme une nouvelle combinaison qui contient le nitrate de peroxide de mercure, et l'ammoniaque dans un autre rapport que je ferai connaître plus tard; précisément comme cela arrive avec le proto-chlorure de mercure, qui, traité par

l'acide hydro-chlorique bouillant, donne du mercure et du perchlorure (1).

Le nitrate de protoxide de mercure et d'ammoniaque, préparé comme il vient d'être dit, a été bien lavé et desséché ensuite lentement entre des feuilles de papier. Traité par l'acide hydro-chlorique et le proto-chlorure d'étain, il a donné une quantité de mercure représentant 88,95 d'oxidule pour cent. La décomposition de ce sel par la baryte, pour déterminer l'acide nitrique, n'a pas réussi, mais bien le sulfure de barium. Le résultat de cette analyse a été 7,32 pour cent d'acide nitrique. On a obtenu l'ammoniaque en décomposant le sel double par la potasse, ou mieux le sulfure de barium, et en la recevant dans un récipient contenant de l'acide hydro-chlorique. On a ainsi, pour la composition du sel :

Protoxide de mercure...	88.95 ;
Ammoniaque..........	2.46 ;
Acide nitrique.........	7.32 ;

laquelle revient à 1 atome de nitrate d'ammoniaque et 3 de protoxide de mercure.

Nitrate de peroxide de mercure et d'ammoniaque. On l'obtient en précipitant le nitrate de peroxide de mercure par l'ammoniaque. Le métal a été obtenu en

(1) Que deviendrait, dans cette expérience, l'hydrogène de l'acide hydro-chlorique? Lorsque les précipités traités par cet acide ont donné du mercure coulant, l'acide n'a fait autre chose que de déterminer la réunion des particules métalliques. R.

traitant le sel par l'acide hydro-chlorique, puis par le proto-chlorure d'étain ; et l'acide nitrique et l'ammoniaque l'ont été par le sulfure de barium. On a ainsi trouvé la composition suivante :

Peroxide de mercure. .	81.53 ;
Ammoniaque..........	4.68 ;
Acide nitrique........	14.33 ;

qui peut être représentée par 2 atomes de nitrate d'ammoniaque et 3 de peroxide de mercure.

Si, en précipitant le nitrate de peroxide de mercure, on met un excès d'ammoniaque, une portion du précipité blanc se redissout, et quelque temps après de petits cristaux se déposent. La solubilité du précipité est beaucoup augmentée par un mélange d'ammoniaque et de nitrate d'ammoniaque. Par l'évaporation de l'ammoniaque, il se dépose des cristaux d'une couleur jaunâtre, qui sont très-peu solubles et ne se laissent décomposer que par un très-petit nombre de corps. L'acide nitrique n'en dissout qu'une petite quantité ; l'acide sulfurique et la plupart des alcalis ne les attaquent pas ; la baryte ne les décompose qu'en partie et très-difficilement. L'acide hydro-chlorique et le sulfure de barium les décomposent au contraire très-facilement. Ils sont composés de :

Oxide de mercure.....	75,22 ;
Ammoniaque.........	5,80 ;
Acide nitrique........	18,12 ;

ou de 1 atome de nitrate d'ammoniaque et de 2 de peroxide.

Chlorure de mercure et d'ammoniaque. Ce sel, qu'on a obtenu en précipitant le perchlorure de mercure par l'ammoniaque, est le même que celui qu'on obtient en versant des alcalis caustiques ou carbonatés dans un mélange de sel ammoniac et de perchlorure de mercure. Il a donné, à l'analyse :

Peroxide de mercure.....	82,41 ;
Ammoniaque............	7,10 ;
Acide hydro-chlorique....	10,70 ;

ou 1 atome d'hydro-chlorate d'ammoniaque et 2 de peroxide.

Il est à remarquer que dans les quatre sels précédens il y a assez d'acide nitrique ou d'acide hydro-chlorique pour neutraliser entièrement l'ammoniaque, et que l'oxigène de l'oxide suit les lois de capacité de saturation de l'acide nitrique. On pourrait considérer ces combinaisons comme des sels doubles ; mais il me paraît bien plus probable que l'acide, réuni à l'une des deux bases, se comporte comme un acide par rapport à l'autre.

Nitrate d'argent et d'ammoniaque. On obtient ce sel en ajoutant de l'ammoniaque à du nitrate d'argent. Il cristallise assez facilement et est très-soluble. L'ammoniaque et l'acide nitrique ont été déterminés par les moyens déjà indiqués, et l'argent en décomposant le sel par l'acide hydro-chlorique. Il est composé de :

Acide nitrique.....	26,4 ;
Oxide d'argent.....	55,0 ;
Ammoniaque......	18,0 ;

[redacted]

ou de 1 atome de nitrate d'argent et de 2 d'ammoniaque.

Sulfate d'argent et d'ammoniaque. On l'obtient de la même manière que le précédent ; il est très-soluble et cristallise facilement ; il est composé de :

Acide sulfurique.....	21,60 ;
Oxide d'argent.......	60,65 ;
Ammoniaque........	19,40 ;

ou de 1 atome de sulfate d'argent et de 2 d'ammoniaque.

Ces deux derniers sels ont une composition tout-à-fait analogue et semblable à celle que M. Berzelius a donnée du composé, que l'on obtient en traitant le sulfate de cuivre par l'ammoniaque.

(*Annalen der Physik.* LXXXV. 387.)

SUITE *du Mémoire sur les Combinaisons du Phosphore avec l'Hydrogène et les métaux.*

PAR M. HENRI ROSE.

Composition de l'Acide hypo-phosphoreux.

AVANT de passer aux sels de l'acide hypo-phosphoreux, il est nécessaire que j'expose les expériences que j'ai faites pour déterminer la composition de cet acide. A la vérité, elle a déjà été l'objet des recherches du célèbre chimiste auquel on doit la découverte de l'acide hypo-phosphoreux ; mais comme elle est différente de celle

donnée par sir H. Davy, et qu'elle ne pouvait pas expliquer plusieurs phénomènes que j'avais observés pendant la décomposition des hypophosphites, jen ai fait un nouvel examen.

Suivant M. Dulong, l'acide hypo-phosphoreux contient deux fois moins d'oxigène que l'acide phosphoreux, et il est formé sur 100 parties de :

Phosphore.....	72,75;
Oxigène.......	27,25.

Davy avait aussi trouvé que l'acide hypo-phosphoreux renferme deux fois moins d'oxigène que l'acide phosphoreux; mais il en admettait aussi moitié moins dans celui-ci que dans l'acide phosphorique; il assigne à l'acide hypo-phosphoreux la composition suivante :

Phosphore.....	75,00;
Oxigène.......	25,00.

Les résultats de Davy, en ce qui concerne l'acide phosphoreux et l'acide phosphorique, ont été contredits par Berzelius; mais personne que je sache, ne s'est occupé depuis Davy de la composition de l'acide hypo-phosphoreux.

La plupart de mes expériences ont été faites avec l'hypo-phosphite de chaux ou de baryte cristallisé. 1g,431 d'hypo-phosphite de chaux, traités par l'acide nitrique, ont donné 1g,641 de phosphate acide de chaux, qui, décomposés par l'acide sulfurique, ont produit 1g,180 de sulfate de chaux. On conclut de là que le phosphate acide est composé de :

Acide phosphorique...	70,14 ;
Chaux.............	29,86 ;

ou de 2 atomes d'acide et 1 de chaux.

$1^{g},852$ d'hypo-phosphite de chaux ont été exposés à une chaleur rouge. Le sel a d'abord décrépité en donnant un peu d'eau ; mais bientôt du gaz hydrogène phosphuré, spontanément inflammable, s'est dégagé en abondance. Vers la fin de l'opération, le gaz ne s'enflammait plus ; mais il s'est sublimé des traces de phosphore, et le résidu était rougeâtre : son poids était de $1^{g},570$. Ayant dissous dans l'acide hydro-chlorique $0^{g},849$ de ce résidu, il est resté une matière rouge insoluble, pesant $0^{g},048$. Le liquide filtré, décomposé par l'acide sulfurique, a produit $0^{g},822$ de sulfate de chaux. Si l'on retranche du poids du résidu celui de la matière rouge, on trouve qu'il est composé de :

Acide phosphorique...	57,38 ;
Chaux.............	42,62 ;

c'est-à-dire, sensiblement comme le phosphate de chaux neutre, qui contient 55,62 d'acide phosphorique et 44,38 de chaux. Il est même probable que la différence serait nulle s'il ne se formait un peu de bi-phosphate de chaux par la combustion des premières portions d'hydrogène phosphuré dans la retorte, et si une portion de phosphore n'adhérait fortement au résidu.

Maintenant, puisque l'hypo-phosphite de chaux peut produire 2 atomes d'acide phosphorique en se combinant avec de l'oxigène, et que, en se décomposant par

la chaleur, il donne du phosphate neutre de chaux e du gaz hydrogène phosphuré spontanément inflam mable, lequel contient 3 atomes d'hydrogène et 2 d phosphore, il faut que l'acide hypo-phosphoreux se soit composé de 2 atomes de phosphore et 1 d'oxigène ou sur 100 parties de :

Phosphore.....	79.69;
Oxigène.......	20.31.

L'hypo-phosphite de chaux contient un atome et dem d'eau; de sorte qu'en se décomposant par la chaleur l'eau lui fournit un atome et demi d'oxigène pour l transformer en phosphate neutre, et un atome et dem d'hydrogène pour former avec l'autre atome de phos phore de l'hydrogène phosphuré spontanément inflam mable. Cependant l'eau dans l'hypo-phosphite s'élève par l'analyse, à un peu plus d'un atome et demi; ce qu provient de la formation d'un peu d'acide phosphoriqu libre par la combustion de l'hydrogène phosphuré.

L'hypo-phosphite de baryte donne aussi du bi-phos phate lorsqu'on le traite par l'acide nitrique, et d phosphate neutre lorsqu'on le décompose par la cha leur. Ce sel contient de l'eau de cristallisation, e deux fois plus lorsqu'il a été évaporé dans le vide ave l'acide sulfurique, que lorsqu'on emploie la chaleur l'eau, dans le premier cas, s'élève au moins à 3 atome Le résidu qu'il laisse par l'action de la chaleur es moins coloré que celui de l'hypo-phosphite de chaux et ne contient qu'environ $\frac{1}{117}$ de phosphore; d'où l'o voit que plus un hypo-phosphite contient d'eau, moin il reste de phosphore dans le résidu.

L'hypo-phosphite de strontiane a donné des résultats semblables aux précédens.

Quoique, d'après la décomposition des hypo-phosphites, il ne puisse rester aucun doute sur la nature de l'acide hypo-phosphoreux, j'ai voulu m'assurer si le gaz hydrogène phosphuré que ces sels produisent est le même que celui que j'avais déjà examiné. J'ai employé le même moyen d'analyse, et j'ai été conduit absolument au même résultat, c'est-à-dire que j'ai trouvé que le gaz hydrogène phosphuré des hypo-phosphites est composé de 3 atomes d'hydrogène et de 2 de phosphore.

J'ai encore fait une autre série d'expériences pour m'assurer de la composition de l'acide hypo-phosphoreux. J'ai pour cela fait usage de la propriété qu'a cet acide de séparer plusieurs métaux de leur combinaison avec l'oxigène ou avec le chlore.

$1^g,344$ d'hypo-phosphite de chaux qui avait été obtenu par l'évaporation dans le vide, étant décomposés par l'acide sulfurique, ont produit $1^g,057$ de sulfate de chaux, ce qui fait 32,66 pour cent.

$1^g,434$ du même sel, dissous dans l'eau, ont été versés peu à peu dans une dissolution de perchlorure de mercure qui contenait une grande quantité de perchlorure : précaution très-nécessaire, car si l'on versait d'un seul coup tout l'hypo-phosphite dans le perchlorure de mercure, ou réciproquement, il se précipiterait du mercure métallique ; ce que j'ai cherché avec soin à éviter. Bientôt du proto-chlorure de mercure commence à se précipiter ; mais il faut plus de huit jours, à une chaleur de digestion, pour que les dernières portions soient entièrement précipitées. Comme

il pouvait en même temps se séparer une petite quantité de phosphate de chaux, j'ai ajouté à la dissolution de l'acide hydro-chlorique. Le proto-chlorure de mercure recueilli pesait $15^{g},644$. Or, la quantité de chlore abandonnée par le perchlorure représente $0^{g},526$ d'oxigène ; et comme l'hypo-phosphite contient $0^{g},4683$ de chaux, et qu'il peut être changé en bi-phosphate, il doit contenir $1^{g},174$ d'acide phosphorique, dans lequel il y a $0^{g},6578$ d'oxigène. Si maintenant l'acide hypophosphoreux ne contient qu'un atome d'oxigène, il faut évidemment qu'il en ait pris quatre pour se changer en acide phosphorique, ou que les $\frac{4}{5}$ de l'oxigène contenu dans l'acide phosphorique, savoir $0^{g},526$, soient égaux à la quantité d'oxigène fournie par le perchlorure de mercure. La coïncidence des résultats est parfaite, et toutes les circonstances favorables doivent s'être réunies ici ; car, dans aucune autre expérience, l'accord n'a été aussi grand.

Mais, pour parvenir à des résultats précis, il est indispensable que l'hypo-phosphite ne contienne aucune trace d'acide phosphorique, parce qu'il se réduirait du mercure, et le meilleur moyen d'y parvenir est d'évaporer l'hypo-phosphite dans le vide. Si on évaporait au contact de l'air, on obtiendrait bien de beaux cristaux par le refroidissement ; mais ils contiendraient une petite quantité de phosphate acide, et laisseraient, en se dissolvant dans l'eau, une poudre blanche faisant effervescence avec les acides, dont je n'ai pas recherché exactement la nature.

$1^{g},665$ du même hypo-phosphite de chaux ont été dissous dans l'eau et mêlés avec une grande quantité

d'une dissolution neutre de chlorure d'or. Après avoir ajouté de l'acide hydro-chlorique, on a fait bouillir le mélange et on l'a tenu long-temps dans l'obscurité, exposé à la chaleur. On a obtenu $4^{g},914$ d'or, et le chlorure avait par conséquent perdu une quantité de chlore représentant $0^{g},593$ d'oxigène. L'hypo-phosphite employé aurait pu produire $1^{g},362$ d'acide phosphorique, dans lequel il y a $0^{g},763$ d'oxigène; et les $\frac{4}{5}$ de cette quantité sont égaux à $0^{g},610$.

Dans une autre expérience, l'oxigène fourni par le chlorure d'or étant $0^{g},653$, les $\frac{4}{5}$ de celui contenu dans l'acide phosphorique se sont trouvés égaler à $0^{g},672$.

Avec l'hypo-phosphite de baryte, l'oxigène fourni par le chlorure d'or a été $0^{g},680$, et les $\frac{4}{5}$ de celui de l'acide phosphorique $0^{g},645$. Dans une seconde expérience faite avec le perchlorure de mercure, ces deux quantités d'oxigène se sont trouvées dans le rapport de $0^{g},600$ à $0^{g},571$.

Il résulte de ces diverses expériences que la composition de l'acide hypo-phosphoreux doit être telle que je l'ai donnée : elle confirme pleinement celle du gaz hydrogène phosphuré spontanément inflammable, que j'ai fait connaître au commencement de ces recherches.

(*La suite quand elle aura paru.*)

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 2 juillet 1827.

M. Pons écrit de Florence qu'il a découvert, le 20 juin, une petite comète invisible à l'œil nu dans la constellation de Cassiopée.

D'après une lettre de Marseille, M. Gambart y a aperçu le même astre le 21 juin, à deux heures du matin.

M. Conti présente le projet de deux nouvelles machines.

M. Duboc de Rouen, écrit qu'il n'est pas exact que personne ait conseillé avant lui l'emploi du chlorure de chaux pour préparer un encollage qui permette aux tisserands de travailler dans toutés les localités.

M. Geoffroy communique verbalement plusieurs remarques sur la diversité des espèces de girafe.

M. Mongez lit un Mémoire sur l'histoire de la girafe.

M. Beudant, au nom d'une Commission, rend un compte très-favorable des quatre Mémoires que M. Berthier présenta à l'Académie dans une des dernières séances.

M. Prévost lit l'extrait d'un nouveau Mémoire de géologie.

Séance du lundi 9 juillet.

Le Ministre de la Marine adresse des observations de diverses natures qui lui ont été envoyées de la Nouvelle-Hollande par M. Durville.

M. Rembielinski présente un Mémoire intitulé : *Description des Courbes productionnelles.*

M. Velpeau lit un Mémoire intitulé : *Recherches sur l'œuf humain.*

M. Sérullas lit le Mémoire que les lecteurs des *Annales* connaissent déjà.

M. Cordier, au nom d'une Commission, rend un compte favorable du Mémoire lu dernièrement par M. Prévost. (*Voyez* plus bas.)

La Commission qui présentera des candidats pour la place d'associé étranger vacante par la mort de Volta, sera composée, d'après le résultat du scrutin, de MM. Arago, Fourier, Legendre, Cuvier, Thenard et Desfontaines.

La Section de Minéralogie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein par la mort de M. Ramond : MM. Bonnard, Berthier et Constant Prévost.

Séance du lundi 16 juillet.

L'Académie apprend avec une vive douleur la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Fresnel.

M. Keller, ingénieur hydrographe de la Marine, demande à déposer un paquet cacheté. M. Boucharlat adresse un paquet également cacheté, contenant les résultats d'un travail qu'il a fait sur l'ammoniaque, et l'analyse d'un Mémoire intitulé : *Sur la Possibilité de regarder l'ammoniaque aussi-bien comme un hydracide que comme un alcali.*

M. Cuvier fait un rapport sur les ossemens recueillis dans la caverne d'Oisselles, près de Besançon.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection d'un membre ; au second tour, M. Berthier est nommé.

M. Andreossy présente une Note historique sur la girafe.

M. Turpin lit un Mémoire sur le tissu et le mode de reproduction de la truffe comestible, comparés au tissu et à la reproduction de la globuline.

Séance du lundi 23 *juillet.*

M. Arago donne communication de plusieurs nouvelles expériences de M. Auguste de La Rive, concernant les propriétés du brome.

M. Guillon dépose un paquet cacheté.

M. Cordier termine la lecture de son Mémoire sur la Température de la terre.

M. Turpin lit la fin de son Mémoire sur la reproduction de la truffe.

M. Dutrochet communique les Observations sur l'endosmose et l'exosmose qui font partie de ce Cahier.

Séance du lundi 30 *juillet.*

M. Roger envoie les Élémens du calcul qui lui a servi à établir la hauteur du Mont-Blanc.

M. Thenard, au nom d'une Commission, annonce que les manuscrits de M. Reineck, mort à Ancenis, ne renferment rien qui paraisse mériter d'être imprimé. Cet examen avait été demandé par le Ministre de l'Intérieur.

M. Collard de Martigny envoie l'Énoncé des principales conséquences qu'il a déduites de ses recherches sur les altérations produites par l'abstinence complète

d'alimens solides et liquides dans la quantité et la composition du sang et de la lymphe.

M. Binet lit un Mémoire sur la Détermination des orbites des planètes et des comètes.

MM. Robiquet et Collin lisent un second Mémoire sur la Garance.

M. Savart présente un nouveau Mémoire sur les Vibrations des corps solides.

La séance étant devenue secrète, le Président, au nom de la Commission nommée le 9 juillet, présente les candidats suivans pour la place d'associé étranger actuellement vacante :

Au premier rang, le docteur Thomas Young de Londres; ensuite, par ordre alphabétique, MM. Bessel, à Kœnisgberg; Blumenbach, à Gottingue; Robert Brown, à Londres; Léopold de Buch, à Berlin; Dalton, à Manchester; Olbers, à Bremen; Œrsted, à Copenhague; Plana, à Turin, et Soemmering, à Francfort.

RAPPORT *fait à l'Académie royale des Sciences sur un Mémoire de M.* Constant Prévost.

L'Académie nous a chargés, M. le baron Cuvier et moi (M. Cordier), de lui rendre compte d'un Mémoire qui lui a été lu, dans les séances des 16 juin et 2 juillet présent mois, par M. Constant Prévost.

Ce Mémoire a pour titre : *Examen de cette question géologique : Les continens que nous habitons ont-ils été à plusieurs reprises submergés par la mer?*

L'auteur s'attache d'abord à prouver qu'il n'existe au milieu des terrains de transport et de sédiment, aucune couche que l'on puisse regarder comme représentant une ancienne surface continentale qui aurait été couverte pendant longtemps de végétaux terrestres et habitée par des animaux du même genre, avant d'avoir été enveloppée par des dépôts marins ; il expose qu'il a vainement cherché les traces d'anciennes surfaces continentales au contact des terrains marins et des terrains d'eau douce qui alternent en plusieurs parties de la France, de l'Allemagne et de l'Angleterre. Il développe les motifs qui portent à penser que les débris de végétaux qu'on a quelquefois trouvés dans une situation verticale au milieu des grès houillers, ne doivent cette position qu'au hasard. La présence de débris de mammifères, soit dans les couches diluviennes proprement dites, soit dans des cavernes antérieures à ces couches, ne lui paraît pas prouver davantage que la mer a pu envahir un sol précédemment habité. Il arrive définitivement à cette première conclusion, savoir : que les contrées qui sont occupées par des terrains de transport et de sédiment ont été recouvertes par les eaux pendant tout le temps que la formation de ces terrains a exigée.

L'auteur énumère ensuite avec soin les principales circonstances qui caractérisent la formation des dépôts qui ont lieu de nos jours dans les lacs, à l'embouchure des rivières, sur les plages de l'Océan et dans toutes les parties de son bassin qui ont peu de profondeur. Il distingue parmi ces dépôts, ceux qui résultent de courans plus ou moins rapides et ceux qui proviennent de précipitations paisibles; ceux qui appartiennent à des rivages et ceux qui se forment en pleine eau. Il rappelle que les fleuves portent souvent à de grandes distances des débris organiques continentaux de toute espèce, et que les eaux de la mer, soulevées accidentellement de leur bassin, font quelquefois des irruptions momentanées sur

des surfaces très-étendues qui sont habituellement occupées par des marais, par des lagunes, par des lacs, dont le fond est incontestablement formé par des dépôts remplis de débris organiques fluviatiles et terrestres. Il fait différentes remarques sur la nature des mollusques qui vivent isolés ou en famille, près des rivages ou loin des rivages. Il expose enfin que, par le concours des causes actuelles, le détroit de la Manche doit contenir des alternations de couches analogues à celles qui constituent la partie inférieure de beaucoup de terrains tertiaires; que si le niveau de la mer pouvait baisser de 25 brasses, ce détroit serait changé en un vaste lac, et qu'après un certain laps de temps il s'y formerait nécessairement une série de couches analogue à celles qui figurent dans la partie supérieure des mêmes terrains de plusieurs contrées.

Partant des données qui précèdent, et supposant en général que le niveau des mers a effectivement éprouvé un abaissement lent et progressif depuis l'origine des choses, l'auteur entreprend d'expliquer la manière dont se sont formés les terrains tertiaires des environs de Paris et ceux qui leur font suite, soit jusqu'à la Loire, soit jusqu'au-delà de la Manche dans les environs de l'île de Wigth en Angleterre. Considérant tous ces terrains comme appartenant à un antique bassin, il en représente la constitution au moyen de deux coupes transversales dans lesquelles il a résumé toutes les observations qui ont été recueillies jusqu'à ce jour, et dont l'aspect est propre à donner une idée nette des alternances, des mélanges et des enchevêtremens que présentent les dépôts divers. L'auteur pense que ces coupes pourraient à la rigueur suffire à l'aide des légendes qu'il y a jointes, pour faire voir que les couches marines de la craie, du calcaire grossier, des marnes et des grès supérieurs, ont pu être formées dans le même bassin, sous les mêmes eaux que

l'argile plastique, le calcaire siliceux et le gypse lui-même, qui renferment essentiellement des débris d'animaux et de végétaux terrestres et fluviatiles; mais il s'empresse d'ajouter à son système d'explication, tous les développemens, toutes les inductions qui lui ont paru propres à en assurer la vraisemblance. Voici en résumé quel est ce système d'explication :

1re Epoque. Une mer paisible et profonde dépose les deux variétés de craie qui constituent les bords et le fond du grand bassin tertiaire dont il s'agit.

2e Epoque. Par suite de l'abaissement progressif de l'Océan, le grand bassin devient un golfe dans lequel des affluens fluviatiles forment des brêches crayeuses et des argiles plastiques, qui sont bientôt recouvertes par les dépouilles marines du premier calcaire grossier.

3e Epoque. Les dépôts sont interrompus par une commotion qui brise et qui déplace sensiblement les couches. Le bassin devient un lac salé, traversé par des cours d'eau volumineux venant alternativement de la mer et des continens, et qui produisent les mélanges, les enchevêtremens que présentent le second calcaire grossier, le calcaire siliceux et les gypses.

4e Epoque. Irruption d'une grande quantité d'eau douce chargée d'argiles et de marnes, au milieu desquelles il se forme encore quelques dépôts de coquilles marines bivalves. Le bassin n'est plus qu'un immense étang saumâtre.

5e Epoque. Le bassin cesse de communiquer avec l'Océan, et le niveau de ses eaux s'abaisse au-dessous de celui des eaux marines. Les dépôts vaseux des eaux continentales continuent.

6e Epoque. Irruption accidentelle de l'Océan, qui dépose les sables et les grès marins supérieurs. Immédiatement après, le bassin, presque comblé, ne contient que des eaux douces

peu profondes ; il reçoit moins d'affluens ; il s'y établit des végétaux et des animaux ; les meulières et le calcaire d'eau douce se déposent.

7e et dernière Epoque. La succession de ces opérations diverses est terminée par le cataclysme diluvien.

On voit, par l'analyse qui précède, que le travail de M. Prévost n'a pas eu pour objet de faire connaître des faits nouveaux, mais de rapprocher un grand nombre de faits curieux, d'en discuter les caractères, d'en déterminer la valeur, de comparer ceux qui paraissent comparables, et d'essayer de remonter aux causes en s'étayant de plusieurs suppositions qui peuvent être plus ou moins probables. Ce genre de travail a certainement son importance et son utilité en géologie; il offre de grandes difficultés, et on doit savoir d'autant plus de gré à M. Prévost de s'y être livré, qu'il l'a fait avec un talent remarquable. Nous avons en conséquence l'honneur de proposer à l'Académie de décider que le Mémoire de M. Constant Prévost sera imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*.

[redacted]

JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre maxim.	minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	761,41	+21,6		758,27	+27,5		757,23	+26,5		756,02	+22,5		+26,5	+14,8	Nuageux.	S. O.
2	754,09	+26,1		752,64	+31,3		751,41	+33,8		751,53	+25,5		+33,0	+15,8	Nuages légers.	S. E.
3	753,65	+25,8		752,79	+28,0		751,99	+29,0		751,70	+22,5		+29,0	+17,8	Nuageux.	S. S. O.
4	753,27	+23,4		753,16	+26,5		753,47	+25,8		755,51	+19,8		+25,8	+16,0	Nuageux.	O.
5	758,13	+23,3		758,04	+25,0		758,32	+24,6		759,82	+19,4		+24,6	+17,3	Nuageux.	O.
6	761,37	+21,3		761,32	+22,9		761,09	+23,1		762,10	+18,0		+23,1	+10,3	Très-nuageux.	N.
7	761,96	+19,5		761,19	+22,0		759,96	+23,3		759,66	+18,3		+23,3	+12,5	Beau ciel.	N. E.
8	758,15	+22,3		756,99	+25,0		756,39	+26,5		[illegible]	+21,5		+26,5	+12,8	Nuages.	N. E.
9	755,91	+21,0		755,18	+29,5		754,15	+27,8		753,92	+19,3		+27,8	+13,8	Nuageux.	S. O
10	752,11	+20,5		751,34	+22,0		750,60	+20,8		749,94	+17,5		+20,8	+17,0	Pluie très-légère.	S. O.
11	749,80	+19,5		749,19	+20,5		749,74	+16,8		750,41	+14,5		+16,8	+10,8	Nuageux.	S. O
12	751,42	+19,0		752,02	+19,6		752,50	+20,5		755,30	+		+20,5	+13,0	Nuageux.	O. S. O.
13	757,10	+16,3		757,15	+18,0		757,38	+18,0		753,52	+15,8		+18,0	+10,5	Couvert.	O.
14	753,78	+20,4		752,71	+22,5		751,09	+23,8		748,25	+18,3		+23,8	+15,6	Nuageux.	S. O.
15	745,51	+21,5		745,19	+23,6		745,09	+23,3		744,69	+17,3		+23,3	+14,0	Couvert.	S. O.
16	744,94	+20,3		745,84	+22,8		745,63	+21,8		747,15	+16,3		+21,8	+15,8	Couvert.	S. O. fort.
17	750,65	+20,0	76	751,35	+23,4	67	752,10	+22,5	60	754,34	+15,3	92	+23,5	+14,0	Couvert.	S. S. O.
18	756,22	+20,4	81	755,99	+24,0	65	754,94	+23,8	57	754,54	+19,4	73	+23,8	+11,8	Nuageux.	S.
19	754,12	+21,5	80	754,78	+21,8	76	755,40	+18,9	76	756,59	+15,3	98	+18,5	+15,9	Très nuageux.	N. N. E.
20	755,58	+17,8	87	756,18	+21,0	77	756,02	+20,5	73	756,44	+15,5		+20,5	+13,3	Nuageux.	O. S. O.
21	756,34	+19,6	84	756,19	+	73	755,94	+20,1	70	756,14	+15,8	9'	+20,1	+14,0	Nuageux.	
22	757,44	+16,5	85	757,40	+19,0	75	757,20	+20,1	65	758,56	+14,8	80	+20,1	+16,0	Couvert	N.
23	762,00	+17,8	65	762,01	+19,0	64	762,31	+20,4	64	764,02	+16,3	80	+20,4	+12,5	Nuageux.	N. fort.
24	764,05	+18,3	78	762,55	+21,3	69	760,84	+23,3	60	759,57	+16,3	80	+23,3	+12,3	Nuageux.	N. O
25	757,12	+17,0	83	757,60	+13,8	88	757,55	+17,4	61	758,99	+13,6	80	+17,4	+13,5	Pluie.	N. O. fort.
26	758,75	+14,8	76	758,28	+13,5	73	757,58	+16,0	64	758,53	+10,9	89	+16,0	+10,8	Nuageux.	N. O. fort.
27	761,51	+14,5	88	761,88	+18,0	70	761,75	+19,0	54	764,66	+15,5	69	+19,0	+12,6	Très-nuageux.	N.
28	764,07	+16,0	86	763,27	+20,8	71	762,68	+21,3	70	763,47	+14,0	80	+21,3	+10,8	Nuageux.	N. O.
29	765,56	+16,3	74	765,54	+18,6	53	765,03	+18,8	55	766,05	+23,4	78	+18,8	+11,5	Très-nuageux.	N.
30	765,53	+17,5	66	764,10	+20,0	62	762,48	+20,0	64	761,28	+15,0	88	+20,0	+6,8	Nuageux.	O. S. O.
31	761,33	+16,8	83	761,47	+19,0	80	761,15	+19,3	75	762,14	+15,6		+19,3	+14,8	Très nuageux.	N. N. O.
1	757,01	+22,5		756,09	+26,0		755,45	+26,1		755,64	+20,4		+25,0	+15,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en mill.
2	752,00	+19,7		752,04	+21,7		751,49	+21,0		751,42	+16,4		+21,1	+13,5	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 31,00
3	761,25	+16,8	79	760,94	+18,5	71	760,41	+19,6	64	761,16	+15,6	82	[illegible]	+12,3	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 30,30
	756,90	+19,6		756,50	+22,1		756,05	+22,2		756,57	+17,4		+22,2	+13,7	Moyennes du mois, + 18,0.	

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-CINQUIÈME VOLUME.

[redacted]

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXVI.



[redacted]

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-SIXIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1827.

DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

DEUXIÈME MÉMOIRE

Sur l'Électricité qui se développe dans les actions chimiques, et sur l'Origine de l'électricité de l'atmosphère.

PAR M. POUILLET.

(Lu à l'Académie des Sciences le 4 juillet 1825.)

DANS mon premier Mémoire, j'ai cherché à reproduire les combinaisons chimiques les plus analogues à ces combinaisons sans nombre, qui se forment naturellement à la surface de la terre au moyen de l'oxigène de l'air ; et en recueillant les quantités d'électricité qui se dégagent dans ces phénomènes, j'ai été conduit à cette conséquence, que le mouvement chimique qui se produit sans cesse dans la végétation est une source qui répand sans cesse de l'électricité dans l'atmosphère.

Dans ce deuxième Mémoire, je me suis proposé de traiter la question suivante :

Déterminer s'il n'y a pas de l'électricité développée dans les décompositions chimiques ou dans la séparation des élémens qui constituent les corps composés, et examiner si ces phénomènes ne seraient pas une autre source d'où l'électricité de l'atmosphère tire aussi son origine.

On pourrait croire, à la première vue, que cette question se résout d'elle-même par ce qui est exposé dans le premier Mémoire, et par tout ce que l'on sait sur l'électricité qui se dégage dans les combinaisons chimiques; car si l'on observe des phénomènes électriques au moment où se fait la composition des corps ou l'union de leurs élémens, il semble naturel que la décomposition chimique ou la séparation de ces mêmes élémens présente des phénomènes pareils. Mais on voit bientôt, en y réfléchissant, que cette conséquence inverse n'est pas de vérité nécessaire; car, si nous savons qu'il se développe de l'électricité au moment où deux molécules se réunissent pour se combiner, nous ne savons pas par quelle cause cette électricité est développée, nous ne savons pas si elle est due au simple contact de ces molécules hétérogènes ou à quelqu'autre cause toute différente par sa nature. Or, l'observation de ce qui se passe au moment de la ségrégation des élémens est un moyen de lever cette incertitude; car si l'électricité résulte du contact, elle doit se conserver après la séparation des molécules, telle qu'elle était au moment de leur union; seulement la source en doit disparaître, comme elle disparaît quand on sépare une lame de zinc d'une lame de cuivre.

Sous ce point de vue, la question dont il s'agit est d'une assez grande importance pour les théories chi-

miques, et pour les rapports qui existent entre les affinités moléculaires et les dégagemens d'électricité qui les accompagnent; d'une autre part, ces recherches sont liées à la grande question de l'électricité de l'atmosphère; car, si dans toute l'étendue de la surface de la terre il y a une multitude de phénomènes naturels par lesquels se forment des composés chimiques, il y a aussi une autre série de phénomènes inverses par lesquels les élémens se dissolvent, se séparent les uns des autres et reviennent à leur premier état. Par exemple, quand on réfléchit à l'évaporation qui se fait à la surface des mers, à celle qui se fait sur les continens et sur les végétaux sans nombre qui en couvrent la surface, on reconnaît bientôt que ce n'est pas une évaporation ordinaire ou un simple changement d'état; cette eau qui s'exhale ainsi, portant en dissolution des sels de diverses natures, ou des substances végétales plus ou moins composées, ne peut se vaporiser sans se détacher en même temps des parcelles étrangères dont elle est chargée, et sans éprouver en conséquence une ségrégation chimique plus ou moins complète.

Mais avant de porter son attention sur ces phénomènes naturels, qui sont toujours très-compliqués, il faut essayer d'abord des phénomènes plus simples, dont on peut connaître toutes les conditions et dont on peut varier toutes les circonstances.

Rien ne paraît plus facile que de produire des changemens d'état et des décompositions chimiques, et rien n'est plus facile en effet quand on ne veut que vaporiser les corps ou les décomposer, pour recueillir les élémens matériels qui les constituent. Au contraire, quand on

ne veut recueillir que le fluide électrique qui en résulte, on rencontre de grands obstacles et le problème devient très-difficile à résoudre. Si on veut employer la pile de Volta comme agent de décomposition, on court risque de mêler l'électricité de l'appareil à celle que doivent donner les élémens chimiques qui se séparent. Si l'on veut employer la chaleur, qui est un agent moins énergique, on court un autre danger; car tous les corps solides étant conducteurs quand ils sont chauffés, et les gaz et la flamme jouissant aussi de cette propriété, il est presqu'impossible d'isoler assez bien les corps sur lesquels on agit, pour qu'ils conservent l'électricité qu'ils peuvent prendre.

Cependant, après divers essais, je me suis arrêté à deux procédés qui me semblent très-exacts et assez commodes pour la pratique.

Le premier consiste à joindre au condensateur une tige de laiton de 8 ou 10 pouces de longueur, et terminée par un disque horizontal de 1 à 2 pouces de diamètre sur 1 ligne d'épaisseur. Sur ce disque on place un creuset plus ou moins chaud et plus ou moins capable de retenir la chaleur, soit par sa nature, soit par les dimensions qu'on lui donne. C'est dans ce creuset que l'on jette la substance que l'on veut décomposer. Si cet appareil doit servir comme condensateur, il suffit de tenir le plateau supérieur en communication avec le sol pendant toute la durée de l'action chimique; et si on ne veut que l'employer comme simple électroscope, on se dispense de cette communication.

Ce procédé est analogue à celui que de Saussure avait employé dans ses recherches sur l'évaporation de l'eau

et sur l'origine de l'électricité atmosphérique. Il en avait tiré une foule de résultats extrêmement remarquables, et l'on peut voir, dans son ouvrage, qu'il n'a tenu qu'à bien peu de chose que ce grand observateur, devinant des actions chimiques qui alors n'étaient pas démontrées, ne trouvât le véritable principe des irrégularités bizarres que lui offrirent ses expériences.

Le second procédé que j'ai employé repose sur la belle invention des grandes lentilles de M. Fresnel. Alors les creusets ne sont plus nécessaires, on y substitue une simple plaque de platine sur laquelle on place la substance à décomposer, et ensuite on y fait tomber la lumière concentrée au foyer de la lentille.

Voici d'abord les résultats de diverses séries d'expériences qui ont été faites par le premier procédé :

Je ne parlerai pas des longs et nombreux essais par lesquels j'ai commencé, et qui m'ont jeté dans toutes les contradictions qui s'étaient offertes à de Saussure ; car ces expériences, comme celles qui font l'objet de mon premier Mémoire, sont soumises à mille causes d'erreur qu'il était difficile de reconnaître et d'éviter.

J'arrive immédiatement aux expériences qui sont régulières et concluantes, et qu'on pourra, j'espère, reproduire sans embarras en prenant les précautions que j'indiquerai.

J'ai fait construire un creuset de platine à parois très-épaisses, avec lequel j'ai fait les trois séries d'expériences suivantes :

Première Série. Le creuset est au rouge blanc ; on le pose sur le disque du condensateur et on y jette quelques gouttes d'eau distillée. Le liquide s'arrondit comme

fait le mercure sur le verre, et il semble en quelque sorte ne toucher le fond du creuset que par un point; il s'évapore très-lentement sans bouillir, et tantôt en restant immobile comme sur un corps froid, tantôt en s'agitant d'un mouvement giratoire excessivement rapide (1). Il faut plusieurs minutes pour qu'une goutte

---

(1) Eller paraît être le premier qui ait observé les phénomènes que présente l'eau quand, pour la faire évaporer, on la projette en petite quantité sur des surfaces plus ou moins chaudes. (*Histoire de l'Académie de Berlin*, 1746, p. 42.) Leidenfrost poussa plus loin ses recherches (*De Aquæ communis qualitatibus*, 8°. Duisburg, 1756); il reconnut que dans une cuillère de fer chauffée jusqu'au rouge blanc, une goutte d'eau est long-temps à s'évaporer, qu'elle forme un globule qui tourne sur lui-même ou qui reste immobile et transparent comme une petite sphère de cristal. Klaproth (*Journal de Physique*, 1802, page 62, et *Nichols*. IV. 202.) répéta ces expériences dans une cuillère de fer, dans une capsule de platine et dans une capsule d'argent; il observa qu'au rouge blanc la durée de l'évaporation n'était pas la même sur les différens métaux; sur le fer, une goutte mettait 40″ à s'évaporer, 50″ sur l'argent et de 60 à 70″ sur le platine : ces résultats n'ont rien de concluant, puisque le refroidissement était variable. Il ne réussit pas à verser plus de 10 gouttes sans déterminer une prompte évaporation. Rumford chercha la cause de ces phénomènes; pour cela, il noircit sur la flamme l'intérieur d'une cuillère d'argent, il y mit une goutte d'eau qui, à la température ordinaire, s'arrondit en globule, parce qu'elle ne pouvait mouiller le noir de fumée; dans cet état, il essaya vainement de la chauffer en tenant la cuillère sur la flamme d'une bougie; le manche

grosse comme un pois disparaisse entièrement; elle disparaît cependant, et le condensateur ne prend point d'électricité. On en jette une autre, elle disparaît de même et ne donne non plus aucun signe électrique. Enfin la température s'abaisse au-dessous du rouge, et l'eau qu'on y met semble s'aplatir sur le fond du creuset; elle commence à faire entendre un bruit, et bientôt elle commence à frémir avec violence et se trouve projetée de toutes parts. Cette prompte dispersion de l'eau

---

était brûlant jusqu'à son extrémité sans que l'eau fût sensiblement échauffée. Rumford suppose que la surface de la goutte d'eau réfléchit la chaleur et l'empêche de pénétrer dans son intérieur.

Dans mes expériences, un grand creuset de platine étant maintenu au rouge blanc, j'ai pu le remplir jusqu'à moitié, et y conserver l'eau pendant un quart d'heure sans qu'elle éprouvât ni mouvement ni diminution sensible. J'ai remarqué que certains corps mis en dissolution dans l'eau, surtout la potasse et les sels de potasse la privent complètement de la propriété de rester en contact avec les métaux chauffés jusqu'au rouge sans s'évaporer. L'eau noircie avec de l'encre ou avec de fines poussières de charbon s'évapore aussi très-promptement, ce qui me fait supposer que le phénomène tient peut-être à la facilité avec laquelle le calorique rayonnant qui émane des corps très-chauds traverse les différens milieux : il se pourrait bien en effet que le calorique envoyé par les parois du creuset rouge-blanc traversât l'eau sans être absorbé, et par conséquent sans l'échauffer autant que feraient des rayons moins chauds. Ces phénomènes se lient, comme on voit, à ceux que M. Perkins a observés sur une plus grande échelle, dans ses puissans générateurs.

est comme la simple évaporation sans aucun signe d'électricité.

Cette expérience a été répétée plus de cent fois avec de l'eau parfaitement pure, qu'on projetait dans le creuset en plus ou moins grande quantité ; et soit qu'on ait produit la simple évaporation, soit qu'on ait déterminé le frémissement et la vive dispersion de l'eau, on n'a jamais pu obtenir la moindre trace d'électricité.

L'acide acétique très-pur et cristallisable se comporte comme l'eau. Il s'évapore comme elle, et comme elle il ne laisse aucun signe électrique.

L'acide sulfurique et l'acide nitrique très-pur et au dernier degré de concentration se comportent absolument comme l'eau et l'acide acétique.

Voilà donc une première série d'expériences d'où il résulte que le simple changement d'état, même quand il est subit ou aussi prompt qu'il peut l'être, ne donne aucun dégagement d'électricité.

Ce fait fondamental une fois établi, altérons un peu la pureté de l'eau pour observer les nouveaux effets qu'elle va présenter et qui formeront la deuxième série d'expériences.

Deuxième Série. Le creuset de platine est chauffé et disposé comme dans la première série; mais le liquide qu'on emploie est une dissolution de strontiane, au lieu d'être de l'eau pure. Le liquide projeté dans le creuset semble d'abord offrir les mêmes phénomènes pour ce qui est relatif à sa forme et à son aspect; mais bientôt on aperçoit une différence fondamentale, l'électricité se manifeste et devient assez intense; enfin, au moment où l'eau éprouve ce frémissement dont nous

avons parlé, l'électricité est si forte que les lames divergent de 12 ou 15 lignes, même quand l'appareil est employé comme électroscope et non pas comme condensateur.

Cette électricité est vitrée.

Donc l'eau qui s'est évaporée était électrisée résineusement.

Et l'on voit bien que ce n'est pas le fait du changement d'état qui produit ce phénomène, puisque l'eau pure ne donne rien; mais on est obligé de conclure qu'au moment où se rompt l'action chimique qui unissait les molécules d'eau aux molécules de strontiane, il y a de l'électricité développée, et que cette électricité est vitrée dans la strontiane qui reste au fond du creuset, et résineuse dans l'eau qui s'évapore.

Cette expérience n'offre jamais la moindre irrégularité, ni la moindre incertitude. Après la strontiane, on peut soumettre à l'expérience la chaux, la baryte, la soude et la potasse, etc. Ces alcalis solides donnent exactement les mêmes résultats que la strontiane, et soit que ces dissolutions soient très-faibles, soit qu'elles se trouvent au point de saturation, le résultat est le même, et ne diffère que par l'intensité.

Le degré de chaleur du creuset n'a pas non plus d'influence, si ce n'est que cette température inférieure au rouge, qui produit le frémissement et la subite séparation des élémens, est la seule qui donne les fortes tensions dont j'ai parlé.

Troisième série. Dans cette série, on fait subir à l'eau d'autres altérations.

Au lieu de mettre dans de l'eau distillée les alcalis

solides qui doivent rester dans le creuset, on y met de l'ammoniaque qui s'exhale promptement; il y a encore de l'électricité produite et en très-grande quantité ; il n'est pas rare d'en obtenir jusqu'à 18 lignes sans condensateur, mais alors cette électricité est l'inverse de la première, elle est résineuse dans l'appareil. Il faut donc que de l'électricité vitrée se soit élevée avec l'ammoniaque ou avec la vapeur d'eau; il serait difficile *à priori* de savoir avec lequel de ces deux corps; seulement l'analogie semble indiquer que l'ammoniaque se vaporisant plus promptement que l'eau, c'est l'électricité de ce dernier liquide qui doit rester dans l'appareil, et qu'ainsi l'ammoniaque est vitrée comme sont les autres alcalis.

Si, dans l'eau distillée, on met $\frac{1}{100}$ d'acide sulfurique ou même une moindre quantité, et qu'on expérimente avec cette dissolution, on trouve de l'électricité que l'eau pure ne donnait pas. Cette électricité est résineuse. Il faut donc que dans cette séparation que la chaleur détermine entre l'eau et quelques parcelles d'acide sulfurique, il y ait de l'électricité qui se développe comme il y a de la chaleur qui se produit.

L'acide acétique cristallisable, qui persiste si constamment à ne jamais donner, non plus que l'eau, la moindre trace d'électricité par l'évaporation, se trouve-t-il mélangé d'eau dans diverses proportions, à l'instant il y a de l'électricité produite, et ainsi cette faible séparation chimique est encore accompagnée d'un développement d'électricité.

Les autres acides, et en général tous les gaz et tous les liquides se comportent de même avec l'eau.

Les sels solubles de diverses espèces, carbonates, sulfates, nitrates, acétates, etc., soit qu'ils se trouvent à l'état neutre ou qu'ils forment des sous-sels ou des sels acides, se comportent tous de la même manière, et toujours l'électricité qu'ils donnent à l'appareil est l'électricité résineuse.

De ces trois séries d'expériences, résultent les trois conséquences suivantes.

Premièrement. Les changemens d'état des corps que l'on peut produire dans un creuset de platine, soit lentement, soit aussi rapidement qu'il est possible, ne donnent jamais le moindre signe d'électricité.

Secondement. Les solutions faibles ou concentrées des alcalis solides, tels que la strontiane, la baryte, la chaux, etc., donnent de l'électricité par la séparation chimique qui accompagne l'évaporation. La vapeur d'eau prend l'électricité résineuse, et l'alcali l'électricité vitrée.

Troisièmement. Les solutions faibles ou concentrées des gaz, des acides, ou des sels donnent pareillement de l'électricité par la ségrégation chimique qui accompagne l'évaporation; mais pour ces corps c'est, au contraire, la vapeur d'eau qui prend l'électricité vitrée, et la solution l'électricité résineuse.

On pourrait ajouter encore que si on avait en même temps dans de l'eau pure, deux substances qui dussent donner des électricités contraires, telles que l'ammoniaque et la potasse ou la chaux, on aurait des résultats très-variables, et dont le signe dépendrait de causes très-difficiles à assigner.

Dans tous les cas, il y a quelques précautions à

prendre qui sont tout-à-fait nécessaires au succès de l'expérience. Quand on se sert du creuset de platine, il faut le nettoyer, et, pour l'ordinaire, cette opération n'a rien de difficile ; mais quand l'expérience a été faite avec de la potasse, et qu'on se borne à le laver à plusieurs reprises ou même à y faire bouillir de l'eau, il arrive qu'il conserve encore quelques parties de cet alcali ; car l'eau pure qu'on y projette donne de l'électricité qui est vitrée comme celle de la solution de potasse. On ne peut rendre au creuset son état primitif qu'en y faisant bouillir à plusieurs reprises un acide. Au contraire, il arrive que plusieurs muriates lui donnent pour quelque temps la propriété d'électriser l'eau distillée, et de lui faire prendre de l'électricité résineuse.

C'est en général à ces substances hétérogènes adhérentes aux creusets, qu'on peut attribuer les erreurs dans lesquelles on tombe quand on n'est pas encore habitué à ce genre d'expériences.

J'aurais pu m'arrêter à ces résultats généraux, mais autant pour varier encore les effets chimiques que pour lever les contradictions observées par de Saussure, j'ai tenté quelques autres séries d'expériences avec des creusets de diverses natures.

Résultats observés avec des creusets de diverses substances. Un creuset de fer est échauffé et disposé comme le creuset de platine des expériences précédentes. L'eau distillée qu'on y jette présente à peu près les mêmes phénomènes en ce qui regarde sa forme globulaire et la lenteur à s'échauffer ou à se vaporiser. Mais on obtient alors de l'électricité, et cette électricité est toujours

résineuse; en même temps le fer s'oxide très-visiblement. Or, d'après les principes posés dans mon premier Mémoire, il doit arriver en effet que le fer s'électrise négativement lorsqu'il s'oxide par la décomposition de l'eau.

Si l'eau pure donne elle-même de l'électricité dans le fer, on conçoit que les diverses dissolutions qui donnent des phénomènes simples dans le platine, vont ici donner des phénomènes composés. Par exemple, lorsqu'on voudra faire usage d'une dissolution de strontiane, l'eau devant, d'une part, donner de l'électricité résineuse, et d'une autre part, la strontiane donnant de l'électricité vitrée, il y aura une sorte d'opposition entre ces deux causes; en effet, si la dissolution est très-faible, c'est l'eau qui l'emporte et l'électricité est résineuse; au contraire, si la dissolution est plus concentrée, c'est l'effet de la strontiane qui domine et l'électricité est vitrée.

Il en est de même des solutions de potasse, de soude, de chaux, de baryte, etc.

On voit par là comment il est possible de varier à volonté les résultats qu'on doit obtenir avec un creuset de métal oxidable, et diverses dissolutions plus ou moins concentrées.

Dans des expériences semblables, les creusets de cuivre ont présenté les mêmes phénomènes.

Les nombreuses expériences qui ont été faites avec un creuset d'argent ont présenté des particularités qui semblaient d'abord assez embarrassantes; car ce métal, bien qu'il ne soit pas facilement oxidable, se comporte

exactement comme le fer; l'eau qu'on y projette tandis qu'il est rouge donne de l'électricité résineuse.

Or, puisque l'évaporation seule ne produit rien dans le platine, et puisqu'elle produit de l'élecricité dans le fer qui s'oxide visiblement, il faut bien cônclure qu'il s'opère une combinaison chimique dans le creuset d'argent. Mais quelle est cette combinaison, est-elle une oxidation de l'argent ou une oxidation d'un autre métal qui lui serait allié en petites proportions? Cette dernière conséquence paraît la seule possible, et il est vrai en effet qu'il ne faudrait que quelques atomes de cuivre pour produire le résultat qu'on observe.

Si le premier procédé réussit convenablement lorsqu'il s'agit de décomposer des dissolutions, il n'est plus que d'un usage très-difficile lorsqu'il s'agit de décomposer des solides tels que les oxides ou les sels. C'est alors que j'ai eu recours à la lentille de M. Fresnel. Les signes d'électricité qu'on obtient par ce deuxième procédé sont en général beaucoup plus faibles que ceux qu'on obtient par le premier; cependant il m'a servi à confirmer les plus importantes de mes premières expériences, et à me faire voir que les oxides qui se réduisent par la chaleur donnent de l'électricité comme les autres décompositions chimiques.

De tous les sels que j'ai soumis à l'expérience, on suppose bien que l'hydro-chlorate de soude est celui qui a été examiné avec le plus de soin, à cause de l'analogie qui doit exister entre les résultats qu'il présente, et les phénomènes qni se produisent à la surface des eaux, sur une échelle incomparablement plus grande : or, une seule goutte d'une faible dis-

solution de sel ordinaire donnant par son évaporation des signes électriques très-marqués, il n'y a aucun doute que sur la vaste étendue des mers la ségrégation chimique qui s'opère par l'évaporation ne soit une source constante d'électricité.

En général, les eaux qui imbibent les plantes et celles qui humectent la surface du sol, portant toujours en dissolution quelques substances étrangères qu'elles abandonnent par l'évaporation, il en résulte qu'à la surface de la terre il n'y a jamais évaporation sans qu'il y ait en même temps ségrégation chimique, et par conséquent production d'électricité. Ainsi toutes les vapeurs et tous les gaz qui se forment à la surface de la terre et qui s'élèvent dans l'atmosphère, sont constitués dans un état électrique à l'instant même où ils prennent naissance, et en s'élevant ils répandent et dispersent dans toute la masse atmosphérique l'électricité dont ils sont chargés.

Si ces causes ne sont pas les seules qui agissent pour renouveler sans cesse l'électricité de l'atmosphère, elles sont du moins les causes les plus influentes, puisqu'elles sont par leur intensité en rapport avec la grandeur des phénomènes qu'on observe.

PÉTROSILEX *rose de Sahlberg en Suède.*

PAR Mr P. BERTHIER.

On regarde comme étant du feld-spath compacte plus ou moins pur, et l'on confond sous la dénomination

de *pétrosilex* toutes les pierres dont la cassure est cireuse, et qui jouissent comme le feld-spath de la propriété de se fondre en émail blanc au chalumeau : cependant le vague de ces caractères devait naturellement faire soupçonner que tous les minéraux qui les possèdent ne sont pas identiques. En effet, l'aspect de la cassure varie à l'infini dans les diverses variétés d'une même espèce et selon les circonstances sous l'influence desquelles l'agrégation s'est produite ; et quant à la propriété de se fondre en émail blanc, on sait qu'elle peut appartenir à une multitude de combinaisons différentes ; car l'émail blanc n'est pas un composé d'une nature particulière, mais bien une manière d'être que divers composés très-différens peuvent prendre.

Il est certain que beaucoup de petrosilex ne sont autre chose que du feld-spath compacte ; mais la composition du pétrosilex de Sahlberg, qui diffère totalement de celle de ce minéral, va nous faire voir que c'est à tort que l'on considère tous les pétrosilex comme appartenant à une même espèce, et donnera un exemple de l'inconvénient de ces dénominations mal définies dont la science minéralogique est encore embarrassée, et qui ne servent qu'à induire en erreur ou à nous déguiser notre ignorance à nous-mêmes.

Le pétrosilex de Sahlberg est compacte, homogène ; sa cassure est cireuse à grains très-fins ; sa couleur est le rose de chair foncé ; il est fortement translucide ; il est susceptible de recevoir un beau poli ; aussi en voit-on dans la plupart des grandes collections des plaques qui prennent rang auprès des pierres polissables

les plus précieuses. On peut le fondre au chalumeau en émail blanc, mais il faut remarquer cependant qu'il est beaucoup moins fusible que le feld-spath. Quand on le calcine à une forte chaleur blanche, il ne se ramollit pas et ne change ni de couleur ni d'aspect; mais si on le soumet à la température élevée d'un four à porcelaine, dans un creuset brasqué de charbon, les morceaux se collent ensemble et leurs angles s'arrondissent, ce qui annonce un commencement de fusion : les morceaux, de rouge qu'ils étaient, deviennent d'un blanc de lait, et ils ressemblent parfaitement à de la calcédoine. Dans cette opération, la perte de poids n'est que de un demi-centième tout au plus, et elle doit être attribuée à de l'eau hygrométrique.

J'ai analysé de diverses manières plusieurs échantillons de la pierre de Sahlberg; le résultat a toujours été le même et tel qu'il suit :

Silice	0,795	contenant oxigène	0,4130	0,756.
Alumine	0,122		0,0563	
Soude	0,060		0,0150	
Magnésie	0,011		0,0043	
Oxide de fer	0,005			
	0,993.			

On a recherché la potasse sans en trouver la moindre trace.

Les composans principaux du pétrosilex de Sahlberg sont les mêmes que ceux de l'albite ou feld-spath à soude; mais ils ne s'y trouvent pas à beaucoup près dans les mêmes proportions; car, dans l'albite, l'oxigène de la silice équivaut à trois fois l'oxigène de l'alu-

mine et de la soude, tandis que dans la pierre de Sahlberg ce rapport est presque de 6 à 1. En calculant exactement les quantités d'oxigène contenues dans la magnésie, la soude, l'alumine et la silice, on trouve qu'elles sont entr'elles à très-peu près comme les nombres 1, 4, 15 et 110 : cela conduit à la formule $MS^4 + 4NS^4 + 15AlS^6$, ou, en considérant la magnésie et la soude comme se suppléant réciproquement, à la formule très-simple $(MN)S^4 + 3AlS^6$.

Dans ce minéral, comme dans l'albite et dans le feldspath, l'alumine renferme trois fois autant d'oxigène que les bases alcalines; mais la proportion de la silice est beaucoup plus considérable. Peut-être sera-t-on tenté, d'après cela, de considérer le pétrosilex de Suède comme un mélange d'albite et de quarz; mais je regarde cette supposition comme tout-à-fait inadmissible; la parfaite homogénéité de la pierre et sa grande translucidité éloignent toute idée de mélange. Je crois donc qu'elle doit être séparée de la famille des feld-spaths, et prendre rang dans la méthode comme espèce particulière.

NONTRONITE, *nouveau minéral découvert dans le département de la Dordogne.*

PAR Mr P. BERTHIER.

L'ARRONDISSEMENT de Nontron, qui occupe la partie septentrionale du département de la Dordogne, possède un gîte de minerai de manganèse assez important. Ce minerai est connu dans le commerce sous la dénomi-

nation de *manganèse de Périgueux*. L'exploitation en a été pendant long-temps fort languissante, mais la consommation du manganèse s'étant considérablement accrue depuis quelques années, les travaux ont pris une grande activité, et c'est à cette circonstance que l'on doit la découverte du nouveau minéral que je vais décrire sous le nom de *nontronite*.

Le gîte de manganèse de la Dordogne est superficiel : il consiste en argile ferrugineuse, mêlée de sable quarzeux et d'un peu de mica ; il est évidemment de même formation que les gîtes de minerais de fer dits d'*alluvion*, qui existent dans la contrée.

Le minerai de manganèse se trouve par amas irréguliers et plus ou moins considérables dans l'argile ferrugineuse : c'est un mélange d'hydrate de deutoxide de manganèse, de peroxide et de la combinaison barytique qui domine dans le minerai de Romanèche, près Mâcon. C'est dans les amas de manganèse que l'on exploite auprès du village de Saint-Pardoux, que la nontronite a été trouvée : la découverte en est due à M. Lanoue. Cette substance est disséminée dans le minerai en rognons amorphes ordinairement fort petits, et qui atteignent rarement la grosseur du poing. Les rognons ne sont presque jamais purs ; ils se divisent assez aisément en masses plus petites tout-à-fait irrégulières, et toutes ces petites masses sont enduites d'une légère pellicule noire qui n'est autre chose que de l'oxide de manganèse, et souvent elles sont entremêlées d'argile micacée d'un jaune sale ; en sorte que lorsqu'on coupe le minéral et qu'on le polit, il présente l'aspect d'une variolite. Il est facile néanmoins

de se procurer de la nontronite pure par le moyen d'un triage fait avec soin.

Ce minéral est compacte, d'un jaune paille ou d'un beau jaune serin un peu verdâtre : sa cassure est inégale et matte ; il est opaque, onctueux au toucher, très-tendre; sa consistance est la même que celle de l'argile; on le raie aisément avec l'ongle; il prend un beau poli et l'éclat résineux sous le frottement des corps les moins durs ; il s'aplatit et se pelotonne sous le pilon au lieu de se réduire en poudre; il n'exhale pas l'odeur argileuse sous l'insufflation de l'haleine ; il n'agit aucunement sur l'aiguille aimantée. Lorsqu'on le plonge dans l'eau, il s'en dégage immédiatement beaucoup de bulles d'air, il devient translucide sur les bords sans se délayer ni perdre sa forme comme le font les argiles, et si, au bout de quelques heures, on le retire de l'eau et on le pèse après l'avoir bien essuyé, on trouve qu'il a augmenté d'environ $\frac{1}{10}$ de son poids. Chauffé dans un tube de verre, il perd de l'eau à une faible chaleur et devient d'un rouge d'oxide de fer sale. Calciné très-fortement dans un creuset, il prend le même aspect, et son poids diminue de 0,19 à 0,21. Après la calcination, il est sensiblement magnétique.

L'acide muriatique l'attaque très-facilement; la dissolution ne contient pas la plus petite trace de manganèse, ni de protoxide de fer, ni d'alcali : on n'y trouve que du peroxide de fer, de l'alumine et de la magnésie : la partie insoluble est gélatineuse et se compose de silice soluble dans les alcalis liquides, quelquefois mêlée d'une petite quantité d'argile lorsque le minéral n'a pas été trié avec un soin minutieux.

L'essai par la voie sèche confirme le résultat de l'analyse humide : le minéral fond très-bien avec le tiers de son poids de marbre, et donne 0,20 de fonte et une scorie vitreuse, transparente et incolore.

L'analyse m'a donné :

Silice.........	0,440	cont. oxig.	0,229	
Peroxide de fer.	0,290	....	0,089	} 0,114
Alumine......	0,036	....	0,017	
Magnésie......	0,021	....	0,008	
Eau...........	0,187	....	0,166	
Argile........	0,012			
	0,986.			

D'après les quantités d'oxigène contenues dans chacun de ses élémens, quantités qui sont 229, 89, 17 et 8, on voit que la nontronite est un bi-silicate à base de peroxide de fer, d'alumine et de magnésie, qui peut être représenté par la formule :

$$MS^2 + AlS^2 + 10\,FeS^2,$$

et contenant en outre une certaine proportion d'eau en combinaison ; mais il est difficile de déterminer cette proportion rigoureusement à cause de la facilité avec laquelle le minéral absorbe ou perd une certaine portion d'eau selon les moindres vicissitudes de température. En effet, on a vu que lorsqu'on le tient longtemps plongé dans ce liquide, il en absorbe $\frac{1}{10}$ de son poids ; il en renferme alors 0,28 à 0,30 : quand on l'a laissé pendant plusieurs jours à l'air dans une chambre, il n'en contient plus que 0,21 à 0,22 ; enfin, après qu'il a été exposé à la chaleur d'une étuve chauffée à environ 80 degrés, il ne perd plus par la calcination que 0,187. Si l'on admet cette dernière quantité comme

minimum, il en résultera que l'eau de combinaison contenue dans la nontronite contient une fois et demie autant d'oxigène que les trois bases réunies.

On connaît un grand nombre de minéraux qui renferment au nombre de leurs élémens un hydro silicate de protoxide de fer ; mais on n'en avait pas encore rencontré contenant un silicate de peroxide avec eau de cristallisation. La nontronite est le premier minéral de ce genre. Comme les silicates de peroxide de fer sont pour la plupart fortement colorés en rouge ou en brun, on ne devait pas, au premier aspect, en soupçonner l'existence dans la nontronite : la couleur de ce minéral dépend évidemment de la présence de l'eau ; effectivement cette couleur disparaît par la calcination, et nous connaissons d'ailleurs des sels de peroxide, tels que plusieurs sulfates, qui, quand ils contiennent de l'eau, sont d'un jaune pâle et même presque incolores.

J'ai dit que la nontronite fortement calcinée en vase clos devenait sensiblement magnétique ; cependant les silicates de peroxide de fer n'agissent aucunement sur l'aiguille aimantée. Voici l'explication de ce phénomène : le peroxide de fer est une base très-faible ; on ne peut pas le combiner avec la silice par la voie sèche sans l'intermédiaire d'une autre base ; mais comme, au contraire, la silice a une grande tendance à s'unir au protoxide de fer, il arrive que lorsqu'on chauffe, à une température suffisamment élevée, cette substance avec du peroxide de fer, une portion de ce peroxide abandonne de l'oxigène et se transforme en protoxide, ou du moins en un oxide inférieur à l'oxide rouge ; la combinaison qui se forme peut être considérée comme

un silicate double de protoxide et de peroxide en proportions variables selon les circonstances : or, la présence d'une très-petite quantité de protoxide suffit pour communiquer à un silicate la vertu magnétique, lorsque la silice ne s'y trouve pas en trop forte proportion.

NOTE *sur l'Analyse de quelques Substances végétales.*

PAR Mr F. MARCET.

(Lue à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève le 15 avril 1824.)

CE n'est que depuis un petit nombre d'années que les chimistes sont parvenus à découvrir une méthode d'analyse par laquelle on puisse déterminer d'une manière assez exacte les proportions des élémens qui constituent les corps organisés. Dès-lors la composition d'un grand nombre de ces corps a été étudiée. Il existe cependant plusieurs matières, soit animales, soit végétales, qui n'ont jamais été soumises à ce genre d'analyse. J'ai examiné dernièrement quelques substances végétales qui étaient dans ce cas ; et je vais exposer à la Société les résultats que j'ai obtenus.

La méthode que j'ai suivie dans l'analyse de ces substances est celle qui a été proposée par M. Gay-Lussac, et adoptée ensuite par M. Bérard et le Dr Ure. Elle consiste à chauffer au rouge, dans un tube de verre, une quantité connue de la matière que l'on veut analyser mélangée avec de l'oxide de cuivre, et à calculer

ensuite la composition de la substance, d'après la diminution du poids de l'oxide de cuivre, et la quantité de gaz que l'on obtient (1).

Lorsque la substance que j'examinais m'a paru devoir contenir de l'azote, il m'a fallu prendre des précautions pour empêcher que la petite quantité d'air atmosphérique qui devait se trouver nécessairement dans le tube, disséminé même entre les grains de l'oxide de cuivre, ne fit naître de l'incertitude sur la quantité d'azote renfermée dans la matière soumise à l'analyse. Dans ce but, j'ai chauffé au rouge dans un tube de même longeur et de même diamètre, un mélange d'oxide de cuivre et d'une substance que je savais ne pas contenir de l'azote, et j'ai déterminé combien il fallait laisser passer de gaz avant que tout l'air atmosphérique fût entraîné, et que le gaz qui se dégageait ne fût plus que de l'acide carbonique parfaitement pur. Alors, lorsque j'analysais des substances que je soupçonnais devoir contenir de l'azote, je laissais toujours passer au moins cette quantité de gaz avant que de recueillir celui sur lequel je devais opérer pour déterminer la quantité d'azote qu'il renfermait. Je crois avoir ainsi entièrement évité la source d'erreur dont j'ai parlé.

---

(1) Avant d'introduire la matière que je voulais analyser dans le tube de verre, j'avais toujours soin de la priver complètement de toute l'eau qu'elle pouvait contenir, en la tenant pendant quelque temps avec de l'acide sulfurique sous le récipient de la pompe pneumatique.

De l'Amidon.

On sait que l'amidon torréfié au point où il commence à exhaler des vapeurs, passe à une couleur brune-aunâtre, acquiert la propriété de devenir entièrement soluble dans l'eau froide, et de former une dissolution semblable à celle des gommes. Il jouit d'ailleurs, dans cet état, d'un grand nombre de propriétés qui lui sont propres, et qu'on ne retrouve pas dans l'amidon ordinaire.

Avant de passer à l'analyse de cette substance dont la composition me semblait devoir différer de celle de l'amidon ordinaire, je me suis attaché à examiner comment elle se comportait avec l'iode.

De l'amidon torréfié, jusqu'à ce qu'il fût devenu d'un brun jaunâtre, fut dissout dans de l'eau et ensuite évaporé à siccité. Quelques grains du résidu de l'évaporation furent triturés dans un mortier avec une quantité égale d'iode. Au moment où l'on met ce mélange en contact avec la plus petite quantité d'eau, il devient immédiatement d'une très-belle couleur pourpre et se dissout complètement dans l'eau si celle-ci est en quantité suffisante (1). Le même phénomène a lieu en versant dans une solution d'amidon torréfié une solution d'iode dans l'eau ; le liquide devient immédiatement d'une belle couleur pourpre.

---

(1) M. Lassaigne, dans le *Journal de Pharmacie* (année 1819), fait mention en passant de ce phénomène, mais sans entrer dans aucun détail.

L'eau bouillante, l'alcool, les acides et les alcalis décolorent la solution, et lorsqu'elle a été décolorée par un acide, la couleur ne revient plus par l'addition d'un alcali, comme cela a lieu dans le cas de l'iodure d'amidon. En laissant même évaporer la solution à l'air libre, l'iode disparaît, et l'amidon torréfié reste seul au fond du vase.

Je ne crois donc pas que l'on puisse dire qu'il y ait, dans ce cas, une combinaison entre l'iode et l'amidon torréfié analogue à celle qui se forme dans les mêmes circonstances entre l'iode et l'amidon ordinaire. Mais je ne peux expliquer la production de cette couleur pourpre, qu'en supposant une action particulière de l'iode sur l'amidon torréfié; car le même phénomène ne se produit pas avec de la gomme, ni avec aucune des substances végétales que j'ai examinées.

100 parties d'amidon torréfié, étant soumises à l'analyse, m'ont donné :

Carbone.......	35,7 ;
Oxigène.......	58,1 ;
Hydrogène.....	6,2.

Une analyse comparative de l'amidon ordinaire m'a donné :

Carbone.......	43,7 ;
Oxigène.......	49,7 ;
Hydrogène.....	6,6.

Il paraît donc que l'amidon torréfié contient beaucoup plus d'oxigène et moins de carbone que l'amidon ordinaire. Il paraît aussi contenir un peu moins d'hydrogène que cette dernière substance.

L'amidon torréfié diffère aussi considérablement de la gomme dans sa composition chimique, quoique d'ailleurs ses propriétés semblent le rapprocher beaucoup plus de cette substance que de l'amidon ordinaire. En effet, la gomme arabique est composée, suivant MM. Gay-Lussac et Thenard, de :

Carbone.......	42,23 ;
Oxigène.......	50,84 ;
Hydrogène.....	6,93.

L'amidon contenu dans la drèche devient, peut-être par l'espèce de torréfaction qu'a éprouvé cette dernière substance, soluble jusqu'à un certain point dans l'eau froide.

L'analyse de l'amidon de la drèche m'a donné :

Carbone.......	41,6 ;
Oxigène.	51,8 ;
Hydrogène.....	6,6.

De l'Hordeine.

M. Proust a donné ce nom à une matière fort semblable par ses propriétés chimiques à la sciure de bois, qu'il a trouvée en grande quantité dans la farine d'orge. On se procure facilement cette substance en malaxant entre les mains de la pâte de farine d'orge, et en faisant tomber sur cette pâte un filet d'eau qui entraîne l'amidon mêlé à l'hordeine. Il suffit ensuite de faire bouillir ce mélange avec une certaine quantité d'eau pour en séparer l'amidon, et pour obtenir, après quelques lavages, l'hordeine pure.

Quelques chimistes ont regardé cette substance comme étant une modification de l'amidon ; d'autres l'ont envisagée comme étant analogue dans sa composition à la sciure de bois ; enfin, M. Thomson paraît la regarder comme étant de la même nature que le parenchyme de la pomme de terre. Il m'a semblé que l'analyse de l'hordeine pourrait servir à éclaircir ce point, et à montrer de laquelle de ces substances elle se rapproche le plus.

100 parties d'hordeine soumises à l'analyse m'ont donné :

Carbone.......	44,2 ;
Oxigène.......	47,6 ;
Hydrogène.....	6,4 ;
Azote.........	1,8.

Ce résultat diffère beaucoup de celui que j'ai obtenu par l'analyse comparative du parenchyme de la pomme de terre, dont 100 parties m'ont donné :

Carbone.......	37,4 ;
Oxigène.......	58,6 ;
Hydrogène.....	4.

Elle ne semble pas non plus se rapprocher par sa composition de la sciure de bois ; car cette substance est composée, suivant MM. Gay-Lussac et Thenard, de :

Carbone.......	52 ;
Oxigène.......	42,4 ;
Hydrogène.....	5,6.

D'après ces analyses, je suis disposé à considérer l'hordeine comme étant une substance parfaitement

distincte, et assez éloignée par sa composition des substances dont j'ai parlé, auxquelles on a cru devoir l'assimiler. C'est de l'amidon qu'elle se rapproche le plus par sa composition, et l'azote qu'on y trouve tendrait à faire croire que le gluten entre pour quelque chose dans la composition de ce corps.

Du Gluten.

Le gluten est une de ces substances végétales qui se rapprochent beaucoup des substances animales par la grande quantité d'azote qu'elle contient. Du gluten extrait de la farine de froment et soumis à l'analyse m'a donné :

Carbone.......	55,7 ;
Oxigène.......	22,0 ;
Hydrogène.....	7,8 ;
Azote.........	14,5.

Cette analyse rapproche tout-à-fait la composition du gluten de celle des substances animales, et en particulier des parties constituantes du sang.

Suivant M. le professeur Taddei, le gluten peut être décomposé en deux principes distincts, le zimome et le gliadine. Je me suis procuré du zimome par la méthode indiquée par M. Taddei, en faisant bouillir pendant quelque temps le gluten dans de l'alcool. Je l'ai soumis à l'analyse, mais il ne m'a pas pas semblé différer par sa composition du gluten ordinaire.

Du Ferment.

Le ferment est une autre substance végétale qui se rapproche beaucoup des substances animales par la grande quantité d'azote qu'elle contient. Elle est, aussi, remarquable par la grande quantité d'oxigène qu'elle renferme relativement au carbone. Cette substance, soumise à l'analyse, m'a donné :

Carbone.......	30,5 ;
Oxigène.......	57,4 ;
Hydrogène.....	4,5 ;
Azote.........	7,6.

RECHERCHES *sur une Propriété particulière des Conducteurs métalliques de l'Électricité.*

Par M. le Professeur A. DE LA RIVE.

(MÉMOIRE lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 22 juin 1826.)

J'AVAIS indiqué, à la fin d'un précédent Mémoire (1), que les conducteurs métalliques de l'électricité voltaïque qui ont servi à la décomposition d'un liquide, conservent, quand ils sont hors du circuit, une certaine quantité d'électricité, et qu'ils peuvent donner naissance à un courant d'une intensité remarquable

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVIII, p. 190.

quand on les place dans des circonstances favorables. — Cette propriété des conducteurs m'a paru mériter d'être mieux étudiée, et ce sont quelques-uns des résultats que j'ai obtenus sur ce sujet que j'ai l'honneur de communiquer à la Société.

Fait fondamental. — Je termine les deux pôles d'une pile par deux fils de platine qui plongent dans une solution d'hydro-chlorate d'ammoniaque ou dans tout autre liquide conducteur qu'ils décomposent; quand la décomposition a eu lieu pendant quelques instans, j'enlève les deux fils, et je mets chacun d'eux en communication avec les extrémités d'un galvanomètre; en même temps un liquide conducteur reçoit les mêmes portions de ces deux fils, qui auparavant plongeaient dans le liquide que l'on avait placé dans le circuit voltaïque. Aussitôt la déviation de l'aiguille aimantée annonce l'existence dans le galvanomètre d'un courant électrique, et le sens de cette déviation indique que le courant que je supposerai partir de celui des deux fils de platine qui était au pôle positif de la pile, traverse d'abord le fil métallique du galvanomètre, arrive au second fil de platine qui avait servi de pôle négatif de la pile; puis de ce fil traverse le liquide jusqu'au fil d'où nous sommes partis; ce qui complète le circuit. En d'autres termes, le fil qui a servi de pôle positif de la pile agit comme un métal négatif, et le fil qui a servi de pôle négatif comme un métal positif, quand ils sont placés l'un et l'autre aux extrémités du galvanomètre. Il résulte de là que le courant va dans le liquide qui réunit ces deux extrémités, dans un sens précisément contraire par rapport aux deux fils de platine, à celui

suivant lequel il chemine, quand il traverse le liquide soumis à l'action galvanique (1).

J'ajouterai quelques observations au simple exposé que je viens de faire de l'expérience précédente.

1°. Le courant qui est dégagé par les deux fils de platine n'est point instantané ; il dure quelques instans, et même l'on peut plonger plusieurs fois les fils avant qu'ils soient complètement déchargés.

2°. Il n'est point nécessaire, pour que l'expérience réussisse, de plonger la portion même des deux fils de platine qui a servi à la décomposition ; on peut la couper et plonger la partie du fil qui se trouvait hors du liquide dans le circuit voltaïque ; l'effet seulement est moindre, et va en diminuant d'autant plus que la partie plongée est plus éloignée de celle sur laquelle s'opérait la décomposition. Cette observation prouve que ce n'est point à une action chimique du liquide conducteur sur l'élément de la solution saline décomposée qui aurait pu rester adhérent au fil de platine, que le phénomène est dû, mais bien à une propriété particulière que possèdent les fils métalliques qui ont servi de conducteurs à l'électricité voltaïque ; propriété complètement différente de l'électricité ordinaire, et que je nommerai, pour la distinguer de celle-ci, *propriété électro-dynamique*. — Je me suis assuré d'ailleurs directement qu'il n'existe dans la production du phéno-

---

(1) Je ne m'arrête point à exposer les détails relatifs à la manière dont je fais l'expérience ; il suffit de dire que j'établis toutes les communications au moyen du mercure.

même aucun effet provenant de l'action chimique du liquide conducteur, soit sur les fils de platine, soit sur la portion du liquide décomposé qui aurait pu rester attachée aux fils eux-mêmes (1).

3°. Un seul fil suffit pour déterminer le courant, pourvu que l'autre extrémité du galvanomètre communique avec le même liquide dans lequel plonge ce fil. Le conducteur de platine qui sert à établir cette communication fait donc l'office d'un métal négatif, quand le fil placé au galvanomètre est celui qui avait été mis au pôle négatif de la pile, de métal positif avec le fil qui avait été au pôle positif. — L'effet est alors toujours moindre (de moitié environ) dans les mêmes circonstances, qu'il ne l'était avec les deux fils électrisés.

Deux circonstances importantes paraissent influer sur l'intensité du courant, l'une le *temps* pendant lequel les deux fils sont soumis à l'action de la pile, l'autre la *nature* des conducteurs qui complètent le circuit.

I. *Le Temps.*

Les premières fois que je répétai l'expérience fondamentales que je n'avais jamais faite auparavant qu'accidentellement, je fus très-surpris de ne point réussir; je m'aperçus bientôt que cela provenait de ce que je ne laissais les fils que quelques instans dans le circuit galvanique; en les y laissant plus long-temps, j'obtins

(1) J'avais toujours soin de m'assurer que les fils de platine que j'employais n'excitaient par eux-mêmes aucun courant, quand, placés aux extrémités du galvanomètre, ils étaient plongés dans le conducteur liquide.

des effets sensibles et d'autant plus considérables que le temps était plus long. Ainsi, toutes les circonstances restant les mêmes, j'obtins relativement au temps,

Pour 1 minute	60° de déviation.
2′	65°
3′	70°
4′	75° à 80°
5′	85°.

L'influence du temps se fait sentir même au-delà de quelques minutes, moins sous le rapport de l'intensité du courant, que sous deux autres points de vue.

1°. Plus les fils ont été long-temps soumis à l'action voltaïque, plus long-temps ils conservent la propriété électro-dynamique, quelques opérations qu'on leur fasse subir; un fil conducteur laissé 20 à 30 minutes dans le courant, lavé ensuite et bien essuyé, possède encore, au bout de quelques jours, la propriété d'exciter un courant.

2°. La durée du courant que l'on produit par des conducteurs qui ont été pendant un temps passablement long exposés à l'action de la pile, est beaucoup plus considérable que lorsque les fils n'y ont été exposés que pendant quelques instans.

Il résulte de ce qui précède que l'état dans lequel les fils métalliques se constituent, quand ils servent de conducteurs à l'électricité voltaïque, ne s'établit pas instantanément, mais seulement au bout d'un temps plus ou moins long. Je n'ai pas vu beaucoup d'avantage à laisser les conducteurs dans le courant au-delà de 30 minutes.

II. *Nature des conducteurs.*

Dans les expériences précédentes, je n'ai employé que des liquides susceptibles d'être décomposés, soit pour mettre les fils dans le circuit, soit ensuite pour les réunir quand ils sont placés aux extrémités du galvanomètre. Avec de meilleurs conducteurs, c'est-à-dire, des conducteurs métalliques, je n'ai jamais pu obtenir aucun effet appréciable.

Ainsi, quand je réunissais les deux fils métalliques placés aux deux pôles, soit par du mercure, soit par le simple contact, je n'obtenais aucun effet en les transportant ensuite aux extrémités du galvanomètre et en les réunissant par un conducteur soit métallique, soit liquide. Cependant le courant qui avait traversé les fils dans ce cas était beaucoup plus énergique, comme le prouvait un galvanomètre placé de manière à indiquer toujours l'intensité du courant produit par la pile. Je ne réussis pas mieux en réunissant par un conducteur métallique les deux fils placés à l'extrémité du galvanomètre, lors même que ces deux fils avaient servi à la décomposition ; ce qui est assez singulier, c'est qu'ils n'avaient point perdu par ce contact leur pouvoir électro-dynamique, car on pouvait le développer ensuite en se servant de l'intermédiaire d'un liquide conducteur.

Il paraît donc qu'il est nécessaire que le circuit renferme un conducteur imparfait, comme si la résistance qu'éprouve l'électricité à le traverser, ou la diminution de vitesse du courant permettaient aux fils de garder une portion de cette électricité, ou plutôt leur laissaient le

temps de se constituer dans l'état qui les rend propres à produire l'effet observé.

Mais, s'il est indispensable que le circuit renferme un conducteur liquide, il n'est pas moins nécessaire que ce conducteur soit aussi bon que possible. Plusieurs expériences m'ont prouvé que les conducteurs, dans un même temps, acquièrent une action électro-dynamique d'autant plus intense, que le conducteur liquide est plus parfait, soit à la pile, soit au galvanomètre. Avec de l'eau pure, les fils de platine, laissés dans le circuit plus de 15 minutes, n'ont jamais produit plus de 10° de déviation, quand même ils étaient réunis au galvanomètre par un liquide bon conducteur, et moins encore quand ils étaient aussi réunis par de l'eau pure. Avec une solution faible d'hydro-chlorate d'ammoniaque, ils ont produit 40 à 45°, de déviation; avec une solution plus forte, 60° quand ils n'étaient laissés dans le courant qu'une minute, 65 à 70° pour deux minutes, et 90° pour un temps plus long. Avec une solution très-concentrée du même sel ou avec de l'acide sulfurique pur, les conducteurs soumis seulement pendant une minute à l'action voltaïque ont donné 90° de déviation, et 180° environ après deux minutes. Dans ces diverses expériences, le galvanomètre de la pile indiquait le degré relatif de conductibilité de chaque liquide, lequel se trouve être dans un rapport assez exact avec le degré d'intensité du pouvoir électro-dynamique acquis par les conducteurs. Je remarquerai en passant que l'intensité de cette même action m'a paru être, au contraire, inversement proportionnelle au degré de conductibilité du métal employé pour conducteur.

J'ai déjà fait remarquer que toutes ces expériences donnent les mêmes résultats quand on coupe la portion des fils conducteurs qui ont servi à la décomposition, ou qu'on la lave et qu'on la frotte ; mais l'effet, dans chaque cas, est diminué dans une certaine proportion, ce qui provient, à ce que je crois, en partie de ce que le contact entre le fil et le liquide se trouve alors moins parfait, en partie de ce que l'énergie du pouvoir électro-dynamique va en diminuant à partir de l'extrémité du fil où elle est la plus intense.

Il résulte de ce qui précède, que la présence dans le circuit d'un conducteur liquide susceptible d'être décomposé, est nécessaire pour que le fil conducteur acquière la propriété électro-dynamique ; ce phénomène ne serait-il point lié avec les phénomènes singuliers que présente le passage du courant électrique à travers des conducteurs métalliques et liquides qui alternent entre eux, phénomènes qui ont fait le sujet du Mémoire cité au commencement de celui-ci. Ce qui paraît être évident, c'est que les liquides exercent comme conducteurs sur les courans électriques une modification tout-à-fait spéciale, qui présente des analogies éloignées peut-être, mais qui n'en sont pas moins réelles, avec certains phénomènes de la lumière et du calorique.

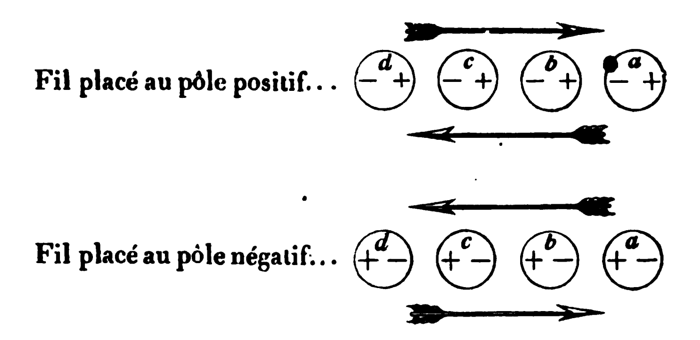
Essai de théorie.

Avant d'entamer une nouvelle série d'expériences, il n'est pas inutile de chercher à donner quelque explication des phénomènes qui ont été déjà observés, afin de savoir de quel côté on peut avec avantage diriger son travail.

Deux circonstances paraissent surtout importantes et devoir guider dans la recherche d'une théorie : 1° *le sens du courant*, qui est produit par les fils conducteurs ; 2° *la nécessité d'un conducteur liquide*, pour que le phénomène ait lieu. L'explication suivante est fondée sur une hypothèse relative à la nature du courant, et sans y attacher une grande importance, je ne la présente que comme un moyen satisfaisant, dans l'état actuel de la science, de se rendre compte du phénomène.

J'admets que le courant électrique qui est établi dans un conducteur, n'est autre chose qu'une succession de décompositions et de recompositions rapides de l'électricité propre de chacune de ses molécules. Quel sera donc l'état électrique d'un des fils métalliques, par exemple, de celui qui est fixé à l'extrémité positive de la pile ? Pour le savoir, ne considérons qu'une rangée de molécules ; il en sera de même pour toutes les autres. La molécule *a*, immédiatement en contact avec le liquide, est en + du côté de ce liquide, en — du côté de la particule suivante ; la particule *b* est en + vers le — de la particule *a* et en — du côté de la particule *c*, et ainsi de suite ; le + de la particule *a* est neutralisé par le — de la particule liquide décomposée, le + de la particule *b* par le — de la particule *a*, etc. J'enlève le fil ; il se trouve alors dans une disposition assez semblable, relativement à l'électricité, à celle que l'on suppose dans l'acier relativement au magnétisme, quand on admet la théorie de Coulomb ; son extrémité positive n'est plus neutralisée par l'élément négatif du liquide, et elle ne peut se réunir au — de la même particule *a*

retenu par le + de la particule *b*, si du moins l'on admet comme pour le magnétisme une espèce de force coercitive. Le fil placé à l'extrémité négative de la pile se trouvera dans un état électrique semblable ; seulement le — doit être remplacé par le +, et le + par le —.



Si je fais communiquer, soit ensemble, soit avec un autre conducteur, par l'intermédiaire du galvanomètre, chacun des fils ainsi électrisés, chaque molécule pourra se remettre dans son état électrique naturel, et neutraliser son + par son propre —, et non par le — de la suivante. Ce rétablissement donnera lieu à un courant dirigé dans un sens contraire à celui qui a électrisé les fils ; car celui-ci va toujours dans chaque molécule du — au +, c'est-à-dire, dans le sens où sont portés les +, ainsi que l'indique la flèche supérieure ; l'autre, qui opère la recomposition, va aussi dans le sens dans lequel sont portés les +, c'est-à-dire, alors du + au — dans chaque molécule, comme l'indique la flèche inférieure. Il n'est donc pas étonnant que, conformément à l'expérience, le courant dégagé par les fils

soit dirigé dans un sens contraire au sens du courant qui leur a imprimé le pouvoir électro-dynamique.

Mais pourquoi faut-il un conducteur liquide pour rétablir l'équilibre électrique dans les fils qui ont conservé la propriété électro-dynamique ? S'il est vrai que ce ne soit pas au peu de sensibilité des moyens d'observations, mais bien à la nature du phénomène qu'est due la nécessité d'un conducteur liquide, je crois qu'on peut l'expliquer par la remarque suivante : savoir, que si les conducteurs qui joignent deux à deux les quatre extrémités des fils sont l'un et l'autre métalliques, il n'y a pas de raison pour que l'équilibre se rétablisse dans un sens plutôt que dans l'autre ; tandis que lorsque l'un des conducteurs est liquide, sa présence, tout en rendant le circuit complet (condition nécessaire pour le rétablissement de l'équilibre), n'empêche pas que le courant ne passe avec plus de facilité par le conducteur métallique, et permet aux fils de se décharger et de revenir à leur état naturel.

Ainsi, d'après les considérations théoriques qui précèdent, les particules de chaque conducteur traversé par le courant, auraient leur fluide électrique naturel décomposé en deux, la partie + toujours tournée dans le sens suivant lequel se dirige le courant. De même encore que dans les aimans, il y aurait une certaine force coercitive propre à chaque conducteur qu'il faudrait vaincre, d'où il doit résulter, comme l'expérience le confirme, que l'état électrique du fil ne peut pas s'établir d'une manière instantanée, dès qu'il est dans le courant, et qu'une fois établi, il doit se conserver pendant un temps plus ou moins long.

Appliquant à cette hypothèse la théorie des aimans dans la supposition de deux fluides magnétiques, il est facile d'expliquer de la même manière pourquoi toute une extrémité est positive, et toute l'autre est négative; la pile, et les deux fils qui la terminent, peuvent être considérés comme un grand aimant dans lesquels le fluide magnétique est remplacé par le fluide électrique, qui du reste est distribué de la même manière.

Au reste, la supposition d'une force coercitive pour l'électricité, qui serait dans les corps solides inverse de la conductibilité, me paraît expliquer beaucoup d'autres phénomènes relatifs à l'électricité, comme j'aurai occasion de le faire remarquer, soit dans ce Mémoire, soit dans d'autres recherches sur des sujets analogues.

Expériences et observations à l'appui de la théorie qui précède.

L'analogie que nous avons établie entre un aimant et un conducteur qui a été soumis à l'action d'un courant, sera encore plus parfaite si nous considérons un fil de platine qui unit deux capsules pleines d'un liquide conducteur à chacune desquelles aboutit l'un des pôles de la pile. On sait que ce fil est positif à celle de ses extrémités qui plonge dans la capsule où se trouve le pôle négatif de la pile, et négatif à l'extrémité qui se trouve dans le liquide où aboutit le pôle positif. Porté au galvanomètre avec un fil de platine non électrisé, ce fil agira comme un fil qui a été au pôle + de la pile, ou comme un fil qui a été placé au pôle —, suivant que l'on plongera

dans le liquide conducteur l'une ou l'autre de ses extrémités. Non-seulement les deux bouts du fil, mais chacune de ses portions agira comme l'extrémité dont elle est la plus voisine; seulement l'intensité de l'action sera d'autant moindre, qu'on approchera plus du milieu où elle sera nulle, et ira en décroissant très-vîte, à partir des deux extrémités. Si l'on partage ce même fil en deux parties, et que l'on place chacune d'elles aux extrémités du galvanomètre, tout se passe comme lorsque nous y placions deux fils séparés, l'un positif, l'autre négatif; le sens du courant est parfaitement le même dans l'un et l'autre cas.

Une expérience importante, dont le résultat est très-propre à confirmer la théorie exposée plus haut, consiste à couper, dans une portion de son étendue, le fil rendu électro-dynamique, et à éprouver le sens du courant produit en plongeant les deux parties séparées dans un même liquide conducteur. Comme dans les aimans, les portions séparées doivent acquérir, à chacune des extrémitées qui se trouvaient auparavant unies, des pôles opposés; le sens du courant indique que le phénomène a bien lieu ainsi; mais ce courant a été faible et souvent nul, comme cela arrive toujours quand on ne se sert pas des portions mêmes des fils qui ont plongé dans le liquide soumis à l'action de la pile. Le peu d'intensité du courant ne proviendrait-il point de la faiblesse de la force coercitive du conducteur relativement à l'électricité? Ce sujet mérite d'être mieux étudié, et je m'occupe actuellement d'un travail dans lequel je cherche à comparer la force coercitive à la conductibilité dans les corps solides; quelques essais semblent

m'indiquer que ces deux propriétés, quant à leur degré relatif d'intensité dans chaque corps, sont inverses l'une de l'autre, c'est-à-dire que de deux fils de même diamètre et de même longueur que l'on place dans les mêmes circonstances, celui qui est le moins bon conducteur acquiert un pouvoir électro-dynamique plus grand; ce résultat, pour mériter quelque confiance, doit encore être obtenu par des expériences plus variées et faites avec plus de soin. Mais celles-ci sont très-délicates, parce que l'on peut déranger l'état électrique du fil, soit en le coupant, soit en lavant et essuyant les portions du métal qui plongeaient dans le liquide, et qui, placées aux extrémités du galvanomètre, pourraient sans cette précaution agir chimiquement sur le mercure qui sert à établir les communications.

Avant de terminer, il ne sera pas inutile de faire sentir la grande différence qui règne entre l'état ordinaire de tension électrique, et l'état électrique dans lequel se trouvent les fils qui ont aquis le pouvoir électro-dynamique.

1°.) Ces fils ne présentent pas le moindre indice d'électricité de tension, même avec les électroscopes les plus sensibles.

2°.) Le contact des meilleurs conducteurs, le frottement et d'autres actions mécaniques ne leur enlèvent point le pouvoir électro-dynamique.

3°.) L'état électrique dans lequel se constitue le fil qui unit les deux capsules dans lesquelles se fait la décomposition, ne présente aucun rapport avec l'état électrique du ruban de Volta; car il ne donne aucun signe d'électricité de tension. Je n'ai jamais pu pro-

duire avec un conducteur liquide un effet semblable à celui que produit le fil. Ainsi, un vase rectangulaire dont le fond renfermait une couche d'un liquide conducteur, d'un demi pouce d'épaisseur, après avoir été quelque temps dans le circuit, a été mis en communication avec le galvanomètre par deux pointes de platine que l'on a eu soin de faire plonger précisément où étaient les deux pôles de la pile, et jamais il n'y a eu le moindre courant.

4°.) Enfin, si l'état électrique des fils était dû à ce que l'électricité rencontrant un liquide mauvais conducteur, ne peut passer et reste par conséquent accumulée dans chaque fil, le pouvoir électro-dynamique devrait être d'autant plus intense que le liquide serait plus mauvais conducteur : or, c'est précisément le contraire qui a lieu.

Remarquons en outre, que plus le conducteur est épais et plus il offre de points de contact au liquide, plus le pouvoir qu'il acquiert est énergique. On peut même tellement condenser la force électro-dynamique avec une alternative de trois lames de platine séparées par un conducteur liquide, que l'on obtient, après que cet assemblage a été quelques instans dans le circuit voltaïque, un courant capable de faire raffoler l'aiguille et de la tenir pendant quelques momens à une déviation constante de plus de 20°. Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'après avoir enlevé tout le liquide qui se trouve entre les lames de platine pendant l'action voltaïque et lui en avoir substitué de l'autre, l'action électro-dynamique a lieu de la même manière. Cette dernière expérience prouve, ainsi que les précé-

dentes, que ce n'est point à une réaction mutuelle du liquide et du conducteur qui ont été ensemble dans le circuit, mais bien à un état particulier dans lequel se constitue le conducteur seulement, qu'est dû le phénomène général que j'ai eu pour but d'étudier dans ce Mémoire.

Résumé.

Je crois pouvoir conclure de ce qui précède :

1°. Que les corps solides qui ont servi de conducteurs à l'électricité acquièrent, quand ils sont placés dans les circonstances favorables, la propriété de donner lieu à un courant, propriété que l'on peut nommer *pouvoir électro-dynamique*.

2°. Que ces conducteurs ne peuvent acquérir et développer ce pouvoir que lorsqu'une portion du circuit renferme un liquide conducteur non métallique.

3°. Que les conducteurs liquides placés dans les mêmes circonstances ne sont pas susceptibles comme les solides d'acquérir cette propriété.

4°. Que toutes les circonstances qui accompagnent la production du phénomène semblent conduire à la conséquence que le courant s'établit dans les conducteurs par une décomposition et recomposition successive du fluide naturel de chaque molécule, et qu'il existe dans les conducteurs solides une force coercitive qui peut les maintenir pendant un temps plus ou moins long, dans l'état électrique qui leur a été imprimé par le passage du courant.

Recherches *sur la Distribution du magnétisme libre dans les barreaux aimantés.*

Par M. Kupffer.

(Extrait.)

La plupart de ces recherches ont été faites suivant la méthode de Coulomb, c'est-à-dire, en faisant osciller, à la même distance, une petite aiguille horizontale devant différens points d'un barreau aimanté vertical. La seule modification que j'ai crue nécessaire était de suspendre l'aiguille à une plus grande distance du barreau que Coulomb ne l'a fait; car j'ai remarqué, comme lui, que la force magnétique de la petite aiguille pouvait s'altérer en l'approchant trop du barreau, et qu'une attraction trop vive pouvait même la faire changer de position, et dévier de la verticale le fil auquel elle était suspendue; ce qui doit nécessairement introduire de grandes erreurs dans les résultats. Il est vrai que, dans cette disposition de l'aiguille, un trop grand nombre de points du barreau aimanté agissent sur elle, pour qu'on puisse supposer que l'action est proportionnelle aux quantités de magnétisme libre résidant dans les points du barreau aimanté qui se trouvent sur le prolongement de l'aiguille, de sorte que les observations suivantes ne pourront servir qu'à vérifier une loi de distribution préalablement trouvée par la théorie.

La petite aiguille était d'acier, plate, très-étroite, et de 12 millimètres de longueur; elle était à une distance horizontale de 3 décimètres du barreau aimanté. Le bar-

reau était cylindrique, en acier fondu et non trempé, de 607 mill. de longueur et de 12,5 mill. d'épaisseur. Un chronomètre d'Arnold, qui battait 150 fois dans la minute, servait à mesurer le temps que l'aiguille employait pour faire 100 oscillations ; elle les faisait en 2′32″,0 sous l'action du magnétisme terrestre.

Les observations sont réunies dans les tableaux suivans. La colonne I donne la distance du point situé sur le prolongement de la petite aiguille au pôle boréal ; la colonne II, le temps que l'aiguille a employé à faire 100 oscillations ; la colonne III, la force correspondante à cette durée ; la colonne IV, enfin la distance du point du barreau situé sur le prolongement de l'aiguille, au point où l'attraction du barreau est nulle, ou au point d'indifférence ; l'unité à laquelle se rapportent les nombres de cette colonne, est de 40 millimètres, de sorte que I désigne 40 millimètres ; II, 80 millimètres, et ainsi de suite. Les forces boréales sont désignées par +, les forces australes par —. J'ai d'abord essayé quelle pouvait être la force magnétique communiquée au barreau par l'action seule du magnétisme terrestre. Les résultats de ces observations ont été recueillis dans le tableau suivant.

(1er Tableau.)

I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
523,5	2′—30″,4	—0.0093	—6	243,5	2′—32″,8	+0.0045	+1
483,5	2—30,4	0.0093	5	203,5	2—32,8	0.0045	2
443,5	2—30,4	0.0093	4	163,5	2—33,2	0.0068	3
403,5	2—30,8	0.0069	3	123,5	2—33,6	0.0090	4
365,5	2—31,2	0.0046	2	83,5	2—33,6	0.0090	5
323,5	2—31,6	0.0023	1				
303,5	2—31,6	0.0023	½				
283,5	2—32,0	0.0000	0				

Lorsque le barreau fut retourné, il perdit entièrement le magnétisme que l'action de la terre lui avait communiqué dans sa première position ; mais il ne prit pas tout de suite l'état opposé, excepté aux extrémités où il se manifestait un degré de magnétisme très-faible et contraire à celui qui s'était montré précédemment.

Maintenant, pour donner un magnétisme très-faible au barreau, je le fis glisser perpendiculairement sur le pôle boréal d'un aimant artificiel très-fort. Après l'avoir replacé devant l'aiguille, j'observai les durées suivantes de ses oscillations.

(2e TABLEAU.) Le pôle boréal du barreau était dirigé en haut.

I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
71,5	3′— 7″,2	+0.1475	+7	231,3	2′—52″,8	+0.0979	+3
111,5	3 — 6,8	0.1463	6	271,5	2 —46,4	0.0717	2
151,5	3 — 3,6	0.1362	5	311,3	2 —39,2	0.0383	1
191,5	2 —58,1	0.1186	4	351,5	2 —32,0	0.0000	0

I.	II.	III.	IV.
391,5	2′—26″,0	—0.0363	—1
431,5	2 —20,4	0.0745	2
471,5	2 —16,4	0.1047	3
511,5	2 —12,8	0.1342	4
551,5	2 —10,8	0.1517	5

On voit que le pôle austral du barreau était plus fort que le pôle boréal, et que le point d'indifférence est plus près du pôle le plus fort que de l'autre. Le barreau fut retourné, de sorte que le pôle boréal était

dirigé en bas ; aussitôt les forces magnétiques dans les différens points du barreau augmentèrent, comme on voit dans le tableau suivant.

(3.e Tableau.)

I.	II.	III.	IV.
546,5	2′— 9″,2	—0.1662	—5
506,5	2 — 11 ,2	0.1481	4
466,5	2 — 14 ,8	0.1175	3
426,5	2 — 19 ,6	0.0803	2
386,5	2′—25″,2	—0.0415	— 1
346,5	2 — 32 ,0	0.0000	0
306,5	2 — 38 ,8	+0.0363	+1
266,5	2 — 46 ,4	0.0717	2
226,5	2′—54″,0	+0,1025	+3
186,5	3 — 1 ,2	0.1283	4
146,5	3 — 6 ,4	0.1450	5
106,5	3 — 10 ,0	0.1558	6
66,5	3 — 11 ,2	0.1593	7

En même temps le point d'indifférence s'est rapproché du milieu du barreau. Je n'ai pas besoin de dire que le barreau n'éprouva pas ces changemens d'une manière subite, mais qu'il fallait, dans chaque nouvelle position, plusieurs heures pour l'amener à son état final. On remarquait en général que lorsque les forces magnétiques du barreau augmentaient, le point d'indifférence se rapprochait lentement du milieu, ou bien qu'il s'en éloignait quand elles diminuaient.

Cette influence du magnétisme terrestre sur la distribution et l'intensité des forces magnétiques libres d'un

barreau aimanté fut encore confirmée davantage par les observations suivantes.

Le même barreau fut passé de nouveau perpendiculairement, dans toute sa longueur, sur le pôle boréal du grand aimant artificiel, tout-à-fait comme dans la première expérience, seulement un plus grand nombre de fois, pour qu'il reçût toute la force magnétique que cette méthode d'aimantation est capable de donner. Il fut replacé devant l'aiguille, qui n'avait pas changé de position par rapport au barreau, et on observa de nouveau la durée des oscillations.

(4e Tableau.) Le pôle boréal du barreau dirigé en haut.

I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
167,5	4'—46",4	+0.3109	+4	287,5	2'—50",8	+0.0900	+1
207,5	3—54,4	0.2508	3	327,5	2—32,0	0.0000	0
247,5	3—17,6	0.1767	2	367,5	2—17,6	—0.0953	—1

I.	II.	III.	IV.
407,5	2'— 7",2	—0.1852	—2
447,5	1—59,6	0.2663	3
487,5	1—54,4	0.3313	4
527,5	1—51,2	0.3759	5

Et après avoir retourné le barreau :

[redacted]

(5ᵉ Tableau.) Le pôle boréal du barreau dirigé en bas.

I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
527,5	1′—50″,4	—0.3876	5	407,5	2′— 7″,2	—0.1852	2
487,5	1 —53,6	0.3421	4	367,5	2 —17,6	0.0953	1
447,5	1 —59,2	0.2710	3	327,5	2 —32,0	0.0000	0

I.	II.	III.	IV.
287,5	2′—51″6	+0.0932	+1
247,5	3—18,8	0.1798	2
207,5	3—58,0	0.2563	3

Ici, le magnétisme du barreau est aussi plus grand dans sa seconde position que dans la première; mais le point d'indifférence est resté à la même place. Cependant cette dernière circonstance n'a pas duré long-temps; le lendemain, le point d'indifférence s'était rapproché de deux millimètres du milieu, et la force du pôle boréal avait un peu augmenté. Après avoir de nouveau retourné le barreau, de sorte qu'il était exactement dans sa première position, on trouva qu'il n'était pas complètement rétourné à son premier état, ce qu'on doit sans doute attribuer à la force coercitive de l'acier qui perd difficilement quelque chose du magnétisme qu'il a une fois acquis.

Il est donc évident, par ce qui précède :

1°. Quel point d'indifférence est toujours plus près du pôle le plus fort que de l'autre;

2°. Qu'un barreau aimanté vertical a plus de force

lorsque le pôle boréal (dans notre hémisphère) est tourné en bas que dans la position contraire ;

3°. Qu'un barreau aimanté suivant la méthode employée ci-dessus, c'est-à-dire en le faisant glisser dans toute sa longueur sur un seul pôle d'un aimant, est toujours plus fort au pôle immédiatement produit par le pôle de l'aimant ; le point d'indifférence est donc toujours plus près de celui-là que de l'autre; mais il se rapproche du milieu lorsque le magnétisme du barreau augmente uniformément dans toute sa longueur.

Ces lois ont encore été confirmées par un grand nombre d'expériences qu'il serait inutile de citer ici. Je réunirai seulement dans les deux tableaux suivans une série d'observations faites avec le même barreau, aimanté jusqu'à saturation par la méthode de Coulomb à double touche.

L'aiguille avait perdu une petite partie de son magnétisme : elle employait 2'.33".2 pour faire ses oscillations.

(6e Tableau.) Le pôle boréal du barreau dirigé en haut.

I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
300,0	2'—33".2	0.0000	0	420	1' 37',6	—0.6239	—3
340	2 — 4,4	—0.2201	—1	460	1 —31,2	0.7763	4
380	1 —48,0	0.4313	—2	500	1 —27,2	0.8891	5

I.	II.	III.	IV.
540	1'—25",2	—0.9515	—6
260	3 —43,2	+0.2253	+1

Ici l'aiguille s'est retournée.

220	15′—26″	+0.4144	+2	140	2′—48″,4	+0.7787	+4
180	3 —44″,8	0.6239	3	100	2 —27 ,2	0.8876	5

60	2′—18″,8	+0.9451	+6

(7ᵉ Tableau.) Le pôle boréal du barreau tourné en bas.

I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
304	2′—33″,2	0.0000	0	424	1′—37″,2	—0.6324	—3
344	2 — 4 ,4	—0.2201	—1	464	1 —30 ,4	0.7975	—4
384	1 —48 ,0	—0.4313	—2	504	1 —26 ,8	0.9012	—5

I.	II.	III.	IV.
544	1′—24″,8	—0.9645	—6
264	3 —40 ,0	+0.2195	+1

Ici l'aiguille s'est retournée.

184	3′—44″,0	+0.6254	+3	104	2′—25″,6	+0.8978	+5
144	2 —47 ,2	0.7858	+4	64	2 —17 ,2	0.9573	6

Dans ces deux derniers tableaux, la distance horizontale du centre de l'aiguille au barreau était de 315 millimètres. Comme la durée de 100 oscillations de l'aiguille n'était pas exactement 2′—33″,2, mais un peu plus petite, la position du point d'indifférence indiquée ci-dessus peut être erronée de 1 ou 2 millimètres.

Le même barreau, suspendu horizontalement à un

assemblage de fils de soie sans torsion, faisait 40 oscillations en 884″,8.

Cette loi, que nous avons tirée des observations, s'étend aussi à la position horizontale, comme il était facile de le prévoir. Je traçai sur une feuille de papier plusieurs lignes parallèles que je plaçai dans le méridien magnétique aussi exactement qu'il est possible. Ces lignes étaient coupées perpendiculairement par une autre ligne. Une petite aiguille horizontale, suspendue sous une cloche à un fil de soie détordu, très-fin, était placée à une très-petite distance au-dessus de la feuille de papier, de manière que son centre se trouvait précisément au-dessus du point d'intersection d'une des lignes parallèles et de la ligne transversale. Par cette disposition, l'aiguille, lorsqu'elle était en repos, coïncidait exactement avec la ligne au-dessus de laquelle elle était suspendue, et la plus légère déviation pouvait être remarquée facilement. Cet appareil peut également servir pour trouver le point d'indifférence d'un barreau, et pour essayer la force de ses pôles. Pour trouver le point d'indifférence d'un barreau, on n'a qu'à le placer sur une des lignes parallèles à la direction de l'aiguille, et à le faire avancer et reculer sur la même ligne jusqu'à ce que l'aiguille ne dévie plus du méridien magnétique : alors le point d'intersection du barreau (considéré comme une ligne) et de la ligne transversale qui passe par le centre de l'aiguille perpendiculairement à sa direction, sera le point d'indifférence du barreau. Pour trouver enfin la force d'un de ses pôles, on le place sur le prolongement de la ligne de l'aiguille, à une certaine distance de celle-ci, et on observe la durée

de ses oscillations, à l'aide de laquelle, quand on a préalablement observé la durée d'une oscillation, lorsque l'aiguille n'est sollicitée que par le magnétisme terrestre, on peut facilement calculer la force magnétique du pôle.

Dans les expériences suivantes, on a toujours commencé par déterminer le point d'indifférence du barreau, puis on l'a placé sur la ligne de l'aiguille à une distance de 14 centimètres de son centre, premièrement au nord et puis au sud de celle-ci, et on a observé la durée d'un certain nombre d'oscillations; on a enfin répété les mêmes opérations après avoir retourné le barreau.

Le barreau était cylindrique, en acier fondu non trempé, de 60,3 centim. de longueur et 12,5 mill. d'épaisseur. L'aiguille avait 14 mill. de longueur et faisait, par l'action seule du magnétisme terrestre, 100 oscillations en 2′—38″.4.

Le barreau fut d'abord aimanté à saturation et posé sur la ligne de la petite aiguille; le pôle boréal du barreau était tourné au nord. Lorsque le barreau se trouvait au sud de l'aiguille, de sorte que son pôle boréal était tourné vers le pôle austral de l'aiguille; celle-ci faisait 200 oscillations en 1′—45″,6; ce qui correspond à une force de 3,1885. Mais lorsque le barreau fut transporté de l'autre côté de l'aiguille sans cependant changer sa position par rapport aux régions du monde, de sorte que son pôle austral était tourné vers le pôle boréal de l'aiguille, celle-ci fit 200 oscillations en 1′—45″, 2; ce qui donne une force de 3,2157 (1). Main-

---

(1) On voit, par la différence entre ces deux nombres, que l'aimantation de ce barreau n'était pas tout-à-fait uni-

tenant le barreau fut retourné, de sorte que son pôle boréal était tourné vers le sud; la petite aiguille se retourna aussi et fit dans les deux positions, au nord et au sud de l'aiguille, 200 oscillations en 1′—1″,6, et en 1′—0″,8; ce qui donne des forces de 3.0339 et 3.1037. On voit donc que le barreau exerçait une force plus considérable lorsque son pôle boréal était tourné vers le nord que dans la position contraire.

Le point d'indifférence de ce barreau était éloigné de 30,26 centim. du pôle boréal; il était donc un peu plus près du pôle austral que du pôle boréal.

Dans plusieurs autres expériences où le point d'indifférence du barreau était assez éloigné de son milieu, on observa, outre la même augmentation de la force magnétique, que le point d'indifférence se rapprochait du milieu quand le barreau, dont le pôle nord était précédemment tourné vers le sud, fut retourné.

Si l'on place un barreau fortement aimanté sur la ligne de l'aiguille, à deux distances différentes, par exemple, à la distance de 14 centimètres et de 10 centimètres, on trouve que les actions du barreau sur l'aiguille, dans ces deux positions, sont presque exactement en raison inverse du carré des distances de l'extrémité du barreau au centre de l'aiguille; ce qui prouve que le centre des forces qui agissent sur l'aiguille est situé très-près de l'extrémité du barreau. On trouve la distance *a* de ce point imaginaire à l'extrémité du barreau, en partant de la supposition que les forces

---

forme; ce qui est aussi fort difficile à atteindre dans un barreau de cette longueur.

exercées par le barreau doivent être en raison inverse des distances de ce point au centre de l'aiguille, par la formule :

$$a = \frac{b'\sqrt{k'} - b\sqrt{k}}{\sqrt{k} - \sqrt{k'}},$$

dans laquelle b, b' désignent les deux distances successives de l'extrémité du barreau au centre de l'aiguille ; et k, k' les forces exercées par le barreau à ces deux distances.

En comparant de cette manière, deux à deux, une série d'observations faites à différentes distances du barreau au centre de l'aiguille, on trouvera des valeurs de a qui ne sont pas exactement les mêmes, mais qui s'écartent très-peu l'une de l'autre. Dans les barreaux aimantés à saturation, la valeur de a est toujours très-petite et négative, c'est-à-dire que le point dont la distance à l'extrémité du barreau est exprimée par a, et qui représente le centre des forces qui agissent sur l'aiguille, tombe hors de l'extrémité du barreau. Dans les barreaux faiblement aimantés, quand le point d'indifférence est éloigné de leur milieu, à l'extrémité la plus faible la valeur de a est positive et peut devenir assez grande, comme on le verra dans l'expérience suivante.

Un barreau cylindrique en acier fondu, tout-à-fait semblable au précédent, fut mis en contact par une de ses extrémités avec le pôle nord d'un aimant artificiel très-fort, pour lui donner un magnétisme faible. Il se trouva que le point d'indifférence était éloigné de 8,8 centimètres du pôle austral. Le barreau fut posé sur la

ligne de l'aiguille, de sorte que le pôle austral du barreau était tourné vers le pôle austral de l'aiguille; lorsque la distance de l'extrémité du barreau au centre de l'aiguille était égale à 14 centimètres, l'aiguille employa 5′—0″0 pour faire 100 oscillations; et lorsque cette distance était de 10 centimètres, l'aiguille tourna et n'employa que 3′—46″,4 pour faire le même nombre d'oscillations. Les forces correspondantes à ces durées sont 0.2874 et 0,5936, d'où l'on trouve $a = -0{,}85$.

Le barreau fut transporté de l'autre côté de l'aiguille sans changer sa position par rapport aux régions du monde; c'était donc maintenant le pôle boréal du barreau qui agissait sur le pôle boréal de l'aiguille; celle-ci faisait 100 oscillations en 2′—44″4 à la distance de 14 centim., et en 2′—46,8 à la distance de 10 c.; ce qui donne $k = 0.0286$; $k' = 0.0391$, et $a = +13.83$. Après avoir retourné le barreau de sorte que son pôle boréal était dirigé vers le nord, la force du pôle austral fut trouvée égale à 0.2959 à la distance de 14 c., et à 0.6015 à la distance de 10 c.; et celle du pôle boréal du barreau, fut 0.0320 à la distance de 14 centim., et 0.0555 à la distance de 10 c.

Dans une autre expérience, le point d'indifférence du barreau se trouva à 9,0 centim. du pôle austral; lorsque le pôle nord du barreau était tourné vers le sud, la force du pôle austral fut trouvée égale à 0.2978 à la distance de 14 c., et de 0.6059 à la distance de 10 c.; la force du pôle boréal était égale à 0.0304 à la première, et à 0.0409 à la seconde distance; ce qui donne $a = -0.595$ pour le pôle austral, et $a = +11{,}42$ pour le pôle boréal.

ı voit par ces observations que la valeur de *a* est
ant plus grande que le point d'indifférence est plus
ié du milieu du barreau ; qu'elle est négative à
émité, vers laquelle le point d'indifférence s'est ap-
ié, et positive à l'autre extrémité.

s phénomènes que je viens de citer suffiront peut-
pour expliquer les anomalies que M. Barlow a re-
uées dans les attractions de barreaux de fer incan-
ns. Nous avons vu précédemment que les points
ifférence de barreaux très-faiblement aimantés, sont
rapprochés de leurs extrémités ; comme le magné-
communiqué au fer doux par l'action de la terre
ul au rouge clair et atteint son *maximum* au rouge
re, il est très-probable qu'il se forme un point
ifférence à chaque extrémité du barreau ; de sorte
pour peu qu'on s'éloigne avec la boussole d'é-
ve de ces extrémités, on tombe sur des points
sont déjà situés au-delà du point d'indifférence,
ii possèdent un magnétisme opposé à celui de l'ex-
ité même ; dans cette première époque du refroi-
ment, le magnétisme opposé à celui de l'extrémité
même augmenter jusqu'à un certain point, d'autant
qu'on se rapproche davantage du milieu du barreau ;
à mesure que la force du barreau augmente, le
t d'indifférence se rapproche du milieu, et tout ren-
ans l'ordre des phénomènes ordinaires.

oici encore quelques expériences faites avec le même
reil concernant l'influence qu'exerce la forme des
émités d'un barreau sur sa force magnétique et sur la
tion du point d'indifférence. Un barreau cylindrique
cier fondu et non trempé, de 43 centimètres de lon-

gueur et 12 $\frac{1}{2}$ millim. d'épaisseur, fut arrondi à une de ses extrémités, aimanté à saturation et placé sur la ligne de l'aiguille à une distance de 14 centimètres. Lorsque le pôle nord du barreau était dirigé vers le sud, la force du pôle boréal et arrondi fut trouvée égale à 2.0319, et celle du pôle austral égale à 2.1558; dans la position opposée du barreau, la force magnétique du pôle boréal était égale à 2.2198 et celle du pôle austral égale à 2.3006. Le point d'indifférence était au milieu du barreau.

La même extrémité qui avait été arrondie pour l'expérience précédente, fut limée en pointe, aiguisée de plus en plus, et mise successivement en expérience, après avoir chaque fois aimanté de nouveau le barreau jusqu'à la saturation. La force du pôle pointu diminua à mesure que la pointe devint plus aiguë; le point d'indifférence s'éloigna toujours davantage de cette extrémité, et la valeur de a, qui était négative dans le commencement, diminua toujours, devint égale à zéro, et changea enfin de signe; de sorte que, lorsque le cône qui termine cette extrémité du barreau, était d'une hauteur de 16 millimètres, on trouva $a = + 0.71$ c.

La température, qui exerce une inflence si considérable sur l'intensité des forces magnétiques, doit probablement influer aussi sur leur distribution; ce qui est mis hors de doute par les observations suivantes.

Un parallélipipède en acier trempé, de 503 mill. de longueur, de 15 $\frac{1}{2}$ de largeur et de 5 mill. d'épaisseur, fut aimanté à saturation et placé verticalement devant l'aiguille, dans l'appareil qui nous a servi dans nos premières observations pour déterminer la force

magnétique des différens points d'un barreau aimanté. J'ai vu qu'elle faisait, n'étant sollicitée que par le magnétisme terrestre, 50 oscillations en 268". Le tableau suivant donne l'ensemble des observations.

(8e Tableau.) *N. B.* La colonne II donne la durée de 200 oscillations de l'aiguille.

I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
156,5	260"	0.5569	96,5	181"	1.1862	46,5	151"	1.7195
146,5	243	0.6426	76,5	165	1.4311	36,5	150	1.7430
136,5	228	0.7374	66,5	159	1.5441	16,5	154	1.6518
116,5	202	0.9455	56,5	154	1.6518	—6,5	169	1.3657

Ce même barreau fut chauffé jusqu'à 80° R., et remis dans l'appareil après le refroidissement. La force avait diminué considérablement, comme on le voit dans le tableau suivant :

(9e Tableau.)

I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
156,5	291"	0.4376	116,5	229"	0.7280	76,5	191" 1/2	1.0559
136,5	256	0.5765	96,5	208	0.8897	56,5	180 1/2	1.1929

Ces observations nous font voir que la perte du magnétisme occasionée par la chaleur, n'est pas uniforme dans toute la longueur du barreau, mais qu'elle est plus considérable vers les extrémités que sur le milieu.

Effectivement, en divisant entre elles les forces qui appartiennent aux mêmes points du barreau avant et après l'échauffement, les quôtiens sont d'autant plus grands, que les points sont plus rapprochés des extrémités du barreau. Ainsi,

$$\frac{0.5569}{0.4376} = 1{,}2727 \text{ est plus petit que } \frac{1.6518}{1.1929} = 1.3763,$$

et ainsi de suite.

Le même barreau fut aimanté de nouveau et placé horizontalement sur son épaisseur dans le méridien magnétique, à une certaine distance d'une aiguille très-petite, qui se trouvait dans le prolongement du barreau. L'aiguille faisait 100 oscillations en 490″, n'étant sollicitée que par le magnétisme terrestre. Le barreau fut placé à différentes distances du centre de l'aiguille, et on les mesura avec soin : elles sont indiquées dans la colonne I du tableau suivant; la colonne II contient les durées de 100 oscillations de l'aiguille, et la colonne III, les forces correspondantes à ces durées.

(10ᵉ Tableau.)

I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
197ᵐ	427″	0.1777	157	350″	0.2849	117	266″	0.5237
187	409	0.1975	147	329½	0.3267	107	243½	0.6330
177	390	0.2213	137	309	0.3773	97	221	0.7773
167	370	0.2505	127	288	0.4406	87	198	0.9787
						77	174	1.2795

Maintenant le barreau fut retiré et chauffé jusqu'à la température de l'eau bouillante. Après le refroidissement,

il fut remis à sa place, et on observa de nouveau les durées des oscillations de l'aiguille qui sont contenues dans le tableau 11e.

(11e Tableau.)

I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
197^m^	483"	0.1298	137	365"	0.2586	77	224"	0.7556
177	446	0.1595	117	320	0.3490	67	198	0,9787
157	4067	0.2010	97	273	0.4951	57	172	1.3104
						47	146	1.8349

Dans les deux dernières observations, l'attraction était si intense que l'aiguille se rapprochait un peu du barreau, de sorte que les forces qui en dérivent sont un peu trop grandes.

Si on calcule, par les données des deux derniers tableaux, les valeurs de a, on trouve qu'elles sont négatives dans le tableau 10, et positives dans le tableau 11. Le centre des forces magnétiques agissant dans la direction même du barreau, qui tombe au-delà de son extrémité s'il est aimanté à saturation, s'approche donc par la chaleur peu à peu de l'extrémité, et s'en trouve enfin à une petite distance du côté du milieu du barreau. On trouve par la 1re et 7e observations du 10e tableau, $a = -0^{mm}.57$, et par la 7e et 3e du même tableau $a = -0^{mm}.39$; mais dans le tableau 11e, la 1re et la 4e observations donnent $a = +0.88$, et la 4e et 8e observations, $a = +0.75$.

Je cite encore ici des observations qui se rapportent à la distribution des forces magnétiques dans les barreaux

aimantés à saturation, et qui ont été faites avec une aiguille en fer sulfuré magnétique, substance qui prend un magnétisme très-faible et le conserve pendant très-long-temps. Cette aiguille pouvait être placée à une distance horizontale de 4 centimètres seulement du barreau aimanté qui était vertical. Le barreau avait 361^{mm} de longueur et 8 d'épaisseur, était cylindrique et en acier trempé très-dur. Les observations sont réunies dans le tableau suivant.

(12e TABLEAU.) Le pôle nord tourné en bas.

I.	II.	III.	IV.
182	10'—35",2	0.0003	0
172	4 —33 ,6	0.1094	$\frac{1}{4}$
162	3 —22 ,0	0.2207	$\frac{1}{2}$
152	2 —47 ,2	0.3334	$\frac{3}{4}$
142	2 —24 ,4	0.4552	1
122	1 —58 ,0	0.6938	$1\frac{1}{2}$
102	1'—40",8	0.9598	2
82	1 —28 ,8	1.2438	$2\frac{1}{2}$
62	1 —20 ,4	1.5226	3
42	1 —15 ,8	1.7252	$3\frac{1}{2}$
22	1 —13 ,6	1.8216	4
+ 2	1 —23 ,0	1.4272	$4\frac{1}{2}$
— 18	1'—56",5	0.7091	5
— 38	2 —52 ,8	0.3105	$5\frac{1}{2}$
— 58	3 —56 ,4	0.1551	6
— 78	4 —59 ,6	0.0870	$6\frac{1}{2}$
— 98	5 —59 ,0	0.0532	7
118	6 —52 ,0	0.0345	$7\frac{1}{2}$

La petite aiguille était d'une longueur de 13 millimètres, et avait 3 millim. en carré d'épaisseur; elle faisait, par la seule action de la terre, 50 oscillation en 5'—20".

RAPPORT ***fait à l'Académie des Sciences de l'Institut, sur un Mémoire relatif à un phénomène que présente l'écoulement des fluides élastiques, et au danger des soupapes de sureté employées dans les appareils à vapeur, présenté par M.* Clément Désormes, *dans la séance du 4 décembre* 1826. (*Commissaires, MM.* Biot, Poisson *et* Navier, *Rapporteur.*)**

CE Mémoire a excité l'attention des physiciens, soit à raison des expériences nouvelles qui étaient décrites par l'auteur, soit à raison des lumières que ces expériences paraissaient apporter sur les causes des explosions dans les appareils où la vapeur aqueuse est soumise à une pression supérieure à la pression atmosphérique, et sur les moyens de prévenir ces dangereux accidens. Nous rappellerons d'abord les principaux faits énoncés par M. Clément, et ceux dont il nous a rendu témoins. Nous passerons ensuite à l'explication qu'il en a donnée, et nous ajouterons quelques remarques.

Le premier fait a été communiqué par M. Griffith, ingénieur des machines de Fourchambaut, à MM. Thenard et Clément Desormes, et l'expérience a été répétée devant eux aux hauts-fourneaux de Torteron, en Berri, dans le mois de septembre 1826. Il consiste en ce que si l'air, fortement comprimé dans un réservoir, jaillit par un orifice ouvert dans une surface plane, et que l'on présente au choc de la veine d'air une planche ou un disque de métal, ces corps, repoussés d'abord par l'action de ce choc, sont attirés au contraire, lorsque, en

surmontant cette répulsion, on les approche à une très-petite distance des rebords plans de l'orifice. L'écoulement du fluide s'établit alors, suivant des directions divergentes, dans le petit intervalle qui reste entre les deux plans, et il en résulte une action qui retient le plan mobile, en sorte qu'on ne peut plus l'écarter du plan de l'orifice sans surmonter une résistance. Cette expérience a été répétée et variée de diverses manières par M. Clément, en substituant la vapeur aqueuse à l'air atmosphérique. On conçoit que, pour qu'elle réussisse, il doit exister de certains rapports entre la vitesse du fluide, l'aire de l'orifice, la grandeur du plan mobile, et la petite distance entre ce plan et les bords de l'orifice. Les circonstances de ce phénomène n'ont pas encore été suffisamment étudiées pour que l'on puisse fixer avec certitude les limites hors desquelles il cesserait de se produire. Nous citerons seulement une expérience qui a été faite devant nous, dans laquelle le diamètre de l'orifice était de $0^m,014$, et la force élastique de la vapeur dans la chaudière, d'environ 2,8 atmosphères. Le jet de la vapeur était dirigé verticalement de haut en bas. Un disque de cuivre, de $0^m,08$ de diamètre, était placé à $\frac{2}{3}$ de millimètre environ du plan de l'orifice, dont les rebords avaient également un diamètre de $0^m,08$. La force avec laquelle le disque se trouvait retenu à cette petite distance du plan de l'orifice, était suffisante pour surmonter le poids de disque que l'on a trouvé de $0^k,276$. Mais si la tension de la vapeur dans la chaudière était sensiblement diminuée, cette force diminuant en même temps, le disque se détachait en cédant à l'action de la gravité.

La seconde expérience a pour objet de mettre en évidence la diminution de la pression intérieure qui a lieu dans l'espace compris entre les bords de l'orifice et le disque, par l'effet de l'écoulement du fluide; diminution qui est la seule cause à laquelle on puisse attribuer cette singulière adhérence par laquelle le disque se trouve maintenu dans une position où il ferme, pour ainsi dire, le passage au fluide, ou du moins en obstrue beaucoup l'écoulement. Dans cette expérience, le plan de l'orifice et le disque sont placés verticalement. On a pratiqué une petite ouverture près des bords du disque, à laquelle s'adapte un tube de verre coudé, qui vient plonger dans un vase rempli d'eau, placé à environ $0^{m},5$ au-dessous du disque. Lorsque l'écoulement de la vapeur a lieu, on voit l'eau du vase, soulevée dans le tube de verre, s'y maintenir à une certaine hauteur au-dessus du niveau extérieur, ou même s'élever jusqu'à l'extrémité supérieure de ce tube, et se mêler à la vapeur qui s'écoule par le contour du disque; en sorte que le vase est promptement vidé par l'effet de cette aspiration. Il résulte de cette expérience, que la pression intérieure, près des bords du disque, est moindre que la pression atmosphérique. On s'assure d'ailleurs que cette circonstance a lieu seulement dans l'espace voisin de la circonférence du disque. En effet, si l'on perce le centre du disque, qui répond au centre de l'orifice, la vapeur jaillit avec force par l'ouverture; et en y adaptant un tube plongeant dans de l'eau, comme il est dit ci-dessus, l'eau est déprimée dans ce tube. M. Clément a reconnu de cette manière qu'au centre du disque la pression était presque égale à celle qui

avait lieu dans le réservoir de vapeur, et que cette pression allait en diminuant du centre à la circonférence, près de laquelle, comme on l'a dit ci-dessus, la pression intérieure était très-sensiblement moindre que la pression atmosphérique.

Une autre remarque intéressante, est qu'un jet de vapeur sortant avec peu de vitesse d'un réservoir où elle n'est échauffée qu'à 100° environ, brûle fortement si l'on présente la main dans la direction de ce jet. Au contraire, si, la température étant plus élevée dans le réservoir, la vapeur en sort avec une densité et une vitesse beaucoup plus grandes, la température du jet s'abaisse considérablement au-delà de l'orifice, et il devient incapable de brûler.

L'explication donnée par M. Clément de ces divers phénomènes, consiste à regarder l'écoulement de l'air ou de la vapeur entre les bords de l'orifice et le disque, comme étant analogues à celui de l'eau dans un tuyau conique divergent, écoulement par l'effet duquel on sait que la paroi de ce tuyau est pressée du dehors au dedans. Considérant une série de surfaces cylindriques parallèles, ayant pour axe commun l'axe même de l'orifice, et pour hauteur le petit intervalle compris entre le plan de l'orifice et le disque, l'auteur assimile ces surfaces aux sections que l'on ferait dans le tuyau par une suite de plans perpendiculaires à son axe. Il voit, dans les deux cas, le fluide parcourir en s'écoulant des sections planes ou cylindriques de plus en plus grandes, et regarde la diminution de pression que l'on observe également dans l'un et dans l'autre, comme devant être attribuée à la même cause,

Pour donner plus d'autorité à cette explication, M. Clément a fait exécuter un tuyau aplati de $0^m,25$ de longueur, divergent de manière que la section étant d'un centimètre carré à une extrémité, elle est de 6 centimètres carrés à l'autre. En adaptant à une petite ouverture située près de l'extrémité la plus large du tuyau, un tube de verre plongeant dans un vase plein d'eau, on observe, lorsque l'écoulement de la vapeur a lieu par le tuyau, le même phénomène d'aspiration dont il a été question précédemment. Ces deux modes d'écoulement semblent donc tout-à-fait analogues. L'auteur a observé d'ailleurs que lorsque la vapeur s'écoulait ainsi par ce tuyau divergent, la température dans le réservoir étant de 130 à 140°, un thermomètre placé près de l'extrémité la plus large du tuyau indiquait une température de 95° seulement; tandis que si la vapeur n'était soumise dans le réservoir qu'à une pression égale à la pression atmosphérique, la température se trouvait de 100° environ à l'extrémité du tuyau.

Nous citerons encore une autre expérience d'après laquelle, lorsque la vapeur s'écoule par un tuyau cylindrique, la pression dans le réservoir étant de 3 atmosphères, la paroi de ce tuyau est pressée fortement du dedans au dehors. Cette expérience est remarquable, en ce que le résultat diffère totalement de ce qui a lieu pour un fluide incompressible. On sait effectivement que lorsque l'eau s'écoule par un tuyau cylindrique horizontal qui n'est pas étranglé à l'une ou l'autre de ses extrémités, la pression supportée intérieurement par la paroi ne surpasse pas sensiblement la pression atmosphérique qui s'exerce en dehors, et qu'elle est

même en quelques points inférieure à cette pression si l'entrée du tuyau n'est pas évasée.

Depuis la présentation du Mémoire de M. Clément, M. Hachette a répété ces expériences. Il a produit le même phénomène d'attraction apparente entre les bords de l'orifice et le disque en y faisant couler de l'eau ; et il lui a paru que l'effet devenait plus sensible lorsque les bords de l'orifice étaient formés par deux surfaces concaves parallèles. On peut voir, à ce sujet, les *Annales de Chimie et de Physique*, pour le mois de mai 1827. M. Baillet, inspecteur divisionnaire des Mines, a rendu sensible la diminution de pression qui a eu lieu dans un tuyau conique divergent par une expérience bien simple, qui consiste à placer à l'extrémité de la tuyère d'un soufflet d'appartement un cône en papier, que l'on voit froissé et comprimé par la pression extérieure lorsque l'on fait agir le soufflet. Cette expérience est consignée dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* pour le mois d'avril 1827,

Pour se former des notions exactes sur ces effets, il est indispensable de distinguer ce qui concerne les fluides incompressibles et les fluides élastiques.

Daniel Bernouilly est le premier qui, en donnant une théorie exacte du mouvement des fluides incompressibles coulant dans des vases, ait considéré les changemens que ce mouvement apporte à la pression hydrostatique. Ses premières recherches sur ce sujet, qui datent de 1726, ont paru dans le tome II des *Mémoires de l'Académie de Pétersbourg*, et l'on trouve, dans le tome IV de la même Collection, le détail des expériences ingénieuses et décisives que ce grand géomètre

avait faites pour vérifier sa théorie. Les mêmes objets ont été reproduits dans la 12e Section de son *Hydrodynamica*, qui a paru en 1738, et forment une des parties les plus intéressantes d'un ouvrage qui, suivant l'expression de Lagrange, « brille d'une analyse aussi élégante dans sa marche que simple dans ses résultats. » La principale règle établie par D. Bernouilly peut être énoncée de cette manière : le mouvement du fluide étant devenu uniforme, on aura la pression dans chaque section du vase, en retranchant de la pression hydrostatique (c'est-à-dire de la pression qui aurait lieu si l'orifice d'écoulement était fermé) une pression due à la la hauteur d'où le liquide devrait tomber pour avoir la vitesse qui a lieu dans la section dont il s'agit. Les expériences ont démontré l'accord des effets naturels avec cette règle, qui suppose l'orifice d'écoulement très-petit par rapport à la section supérieure du vase.

Les expériences de D. Bernouilly ont été répétées par diverses personnes. Nous citerons à ce sujet celles de Bonati et de Stratico, publiées en 1790 dans le tome v des *Mémoires de la Société italienne*; celles de Delanges, ingénieur vénitien, qui ont paru en 1792 dans le tome xv des *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, qui s'impriment à Milan; et enfin celles de Venturi, qui ont été présentées à l'Institut de France en 1796. Ces diverses recherches ont toujours donné des résultats conformes à la théorie, et l'on en a déduit l'explication de plusieurs phénomènes, par exemple, des effets des soufflets à trombes employés dans les forges.

La théorie dont on vient de parler suppose d'ailleurs

évidemment que le fluide occupe entièrement les sections du vase. Lorsque l'on adapte à un orifice un tube conique divergent, il peut arriver que le fluide coule en remplissant ce tube jusqu'à l'extrémité, et c'est seulement alors que la règle de D. Bernouilly peut être appliquée. Il peut arriver aussi que la veine de fluide jaillisse sans toucher aux parois du tube. Dans ce dernier cas, on peut concevoir que le mouvement du fluide, par un simple effet de frottement, tende à entraîner hors du tube l'air qui se trouve entre la veine et la paroi, et que cet air ne pouvant être renouvelé sans effort, il s'établisse dans le tube une pression un peu inférieure à la pression atmosphérique. Mais cet effet est d'une autre nature et assujetti à d'autres lois que les pressions qui ont lieu dans l'intérieur des vases, lorsque le fluide remplit la totalité de la section transversale.

A l'égard maintenant des fluides élastiques, les géomètres n'ont point encore traité d'une manière générale les questions relatives à l'écoulement de ces fluides dans des vases. Les phénomènes sont ici plus compliqués, soit à raison de l'élasticité du fluide, soit à raison des variations qui peuvent survenir dans la tem pérature de ses diverses parties, par l'effet des chan gemens dans la chaleur spécifique qui accompagne les changemens de volume. Ils se compliqueront d vantage encore si l'on considère une vapeur, telle c la vapeur aqueuse, parce qu'il sera nécessaire al d'avoir égard à la condensation partielle qui peut le résultat d'un refroidissement, et à la chaleur d loppée par suite de cette condensation. L'analyse

thématique atteindrait difficilement aujourd'hui la solution de ces questions, et la physique ne lui fournirait pas d'ailleurs les élémens qui lui seraient nécessaires.

En négligeant les changemens de température, et se bornant à considérer un fluide élastique permanent, tel que l'air atmosphérique, il est aisé d'appliquer l'hypothèse du parallélisme des tranches au cas où un semblable fluide s'écoule hors d'un réservoir dans lequel la pression est maintenue constante. On peut consulter sur ce sujet une Note qui a été publiée par l'un de nous dans le Numéro du mois d'avril dernier des *Annales de Chimie et de Physique*. Les résultats que l'on obtient ainsi ne sont point sans doute entièrement conformes aux effets naturels; mais ils peuvent donner une idée approchée de ces effets. On conclut de cette solution, relativement à l'objet dont il s'agit dans ce rapport, que la pression intérieure demeure toujours plus grande que la pression extérieure, lorsque le fluide s'écoule par un tuyau cylindrique ou par un tuyau conique convergent ou divergent adapté à un orifice; en sorte que le résultat diffère de ce qui a lieu pour un fluide incompressible, puisque ce dernier fluide, coulant par un tuyau cylindrique dont l'entrée est évasée, subit une pression égale à la pression atmosphérique, et quand il coule par un tuyau divergent, supporte une pression moindre que la pression atmosphérique. Pour que, dans l'écoulement d'un fluide élastique, la pression intérieure soit moindre que la pression extérieure, il est nécessaire qu'avant d'arriver à la section extrême, le fluide ait à franchir un étran-

glement où le passage soit plus resserré que dans cette section, et trouve ensuite entre cet étranglement et l'orifice un espace plus large où il soit forcé de se dilater. Il n'est pas besoin de dire d'ailleurs que le résultat que l'on vient d'énoncer suppose que le fluide remplit entièrement les sections du tuyau qu'il parcourt. Lorsque l'on veut faire écouler ce fluide par un tuyau divergent, cette condition ne peut être satisfaite qu'autant qu'il existe une certaine relation (que le calcul fait connaître) entre le degré de divergence du tuyau, la pression extérieure, et celle qui a lieu dans le réservoir d'air. Si la divergence du tuyau est trop grande, la veine de fluide ne le remplissant pas, la théorie ne peut être appliquée. Le phénomène change alors de nature; mais l'on peut concevoir ici, aussi-bien que dans le cas d'un fluide incompressible, que le mouvement de cette veine tendant à entraîner l'air qui l'entoure, à vider par conséquent le tuyau divergent où l'air ne peut rentrer que difficilement, parce qu'au-delà la veine de fluide élastique continue à communiquer son mouvement de translation à l'air ambiant, il s'établisse dans ce tuyau une pression un peu inférieure à celle de l'atmosphère; et comme il n'est pas nécessaire que cette diminution de pression soit fort considérable pour rendre raison des effets que l'on observe dans les expériences, il ne paraît pas que rien s'oppose à ce que l'on puisse attribuer ces effets à la cause que nous venons d'indiquer.

Quant à l'abaissement sensible de température que subit un jet de vapeur fortement comprimée, premièrement quand ce jet parvient à l'extrémité d'un tuyau

divergent, puis quand il est sorti de ce tuyau, cet effet paraît un résultat naturel de la dilatation que la vapeur doit subir à l'extrémité du tuyau où la pression est inférieure à celle de l'atmosphère, et de là dilatation plus grande encore qui résulte de son mélange avec l'air atmosphérique, mélange qui est facilité par l'impulsion donnée à l'air par un jet animé d'une grande vitesse. Mais au-delà du tuyau la force élastique du fluide composé d'air et de vapeur doit toujours être égale à la pression de l'atmosphère qui l'entoure de toutes parts.

Il nous reste maintenant à parler de l'influence que les nouveaux effets dont il vient d'être question peuvent avoir sur la sureté des appareils dans lesquels on produit la vapeur aqueuse. Toutes les fois que la soupape est formée par un large disque appliqué sur le plan dans lequel l'orifice est ouvert, ou même, dans de certaines limites, si la soupape est formée par un cône entrant dans un autre, il est sans doute possible que, cette soupape étant entr'ouverte, le phénomène dont il s'agit se produise, et par conséquent que l'écoulement de la vapeur soit réduit dans une très-grande proportion. En considérant une soupape abandonnée à elle-même, il faudra admettre, pour que cette circonstance ait lieu, que le mouvement donné à la soupape par la vapeur qui la soulève, est tel que la vitesse qui avait été imprimée est ensuite détruite par l'action de la gravité, tandis que cette soupape se trouve encore dans les limites de la distance très-petite du plan de l'orifice qui convient à la production du phénomène. Cela suppose de certaines relations entre divers élémens, tels que la

largeur des bords de l'orifice et de la soupape qui s'y applique, le poids dont cette soupape est chargée, l'adhésion qui s'établit ordinairement entre les bords de l'orifice et la soupape, l'excès momentané de force élastique acquis par la vapeur. Les limites dans lesquelles le phénomène peut avoir lieu ne sont pas assez bien déterminées, pour que l'on puisse aujourd'hui apprécier la probabilité d'un accident dont il serait la cause. Cette probabilité diminuera beaucoup si, comme on le fait ordinairement, on ne donne que peu de largeur aux bords de l'orifice et au disque. Il suffit que l'on puisse concevoir la possibilité d'un accident de ce genre pour que l'on doive chercher à l'éviter, au moyen de la précaution qui vient d'être indiquée, ou même en employant des soupapes de sûreté disposées d'une autre manière.

Conclusions.

D'après les détails dans lesquels nous venons d'entrer, l'Académie a pu juger que le Mémoire qui lui a été présenté par M. Clément Desormes était très-digne d'intéresser les physiciens, soit par la nouveauté des phénomènes qui y sont décrits, soit par les notions que l'auteur s'en était formées, soit enfin par les avantages que les arts peuvent recueillir de la connaissance de ces phénomènes. Nous pensons que ce Mémoire mérite l'approbation de l'Académie, et qu'il doit être imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers*.

Fait à Paris, le 10 septembre 1827.

Note *sur un Chlorure de manganèse remarquable par sa volatilité.*

Par Mr J. Dumas (1).

Le chlorure dont il est ici question correspond à l'acide manganésique, et se transforme par le contact de l'eau en acide hydro-chlorique et manganésique. On l'obtient aisément en mettant une dissolution d'acide manganésique dans de l'acide sulfurique concentré en contact, avec du sel marin fondu. Il se fait de l'eau, qui est retenue par l'acide sulfurique et du chlorure de manganèse qui se volatilise sous forme gazeuse.

Ce corps ne paraît pourtant pas constituer un gaz permanent. Lorsqu'il se produit, il apparaît sous la forme d'un fluide élastique d'une teinte cuivreuse ou verdâtre; mais lorsqu'on le fait passer dans un tube de verre refroidi à — 15 ou — 20° c., il se condense tout entier en un liquide de couleur brun-verdâtre.

Lorsqu'on produit le perchlorure de manganèse dans un tube large, sa vapeur déplace peu à peu l'air du tube, et celui-ci s'en trouve bientôt rempli. Si l'on verse alors le gaz dans une grande éprouvette dont les parois soient humectées, la couleur du gaz change subitement en rencontrant l'air humide de l'éprouvette; on voit paraître une épaisse fumée d'une belle couleur

---

(1) J'ai signalé ce corps dans mon Mémoire sur les vapeurs. Depuis un an, j'ai eu l'occasion de montrer sa formation aux chimistes les plus distingués de Paris, et M. Thenard en parle dans sa dernière édition, tome III, page 353.

de rose, et les parois de l'éprouvette se colorent en pourpre foncé. Cette couleur est due à l'acide manganésique. En effet, l'eau ainsi colorée précipite abondamment le nitrate d'argent, et traitée par la potasse caustique, elle éprouve toutes les modifications de teinte que l'on observe dans les dissolutions du caméléon minéral. Il est évident que tous ces phénomènes résultent de la décomposition subite de l'eau et de la production simultanée de l'acide hydro-chlorique et de l'acide manganésique.

Le procédé qui m'a paru le plus simple pour produire ce composé remarquable, consiste à former du caméléon vert ordinaire, et à le transformer en caméléon rouge au moyen de l'acide sulfurique. La dissolution évaporée laisse pour résidu un mélange de sulfate et de manganésiate de potasse. Ce mélange, traité par l'acide sulfurique concentré, fournit la dissolution d'acide manganésique dans laquelle on projette le sel marin par petits fragmens jusqu'à ce qu'il ne se forme plus que des vapeurs incolores, signe auquel on reconnaît que tout l'acide manganésique est décomposé, et qu'il ne se dégage plus que de l'acide hydrochlorique.

Un composé analogue se forme quand on remplace le sel marin par un fluorure. Mais il m'a été impossible de recueillir ce produit en quantité suffisante pour l'examiner, tandis que le chlorure se forme si aisément qu'on pourra étudier ses propriétés avec soin, bien qu'il ne puisse se conserver qu'avec des précautions extrêmes.

OBSERVATIONS *sur quelques Propriétés du Soufre.*

PAR Mr J. DUMAS.

DANS un Mémoire sur le sulfure de carbone, MM. Clément et Desormes avaient râppelé l'anomalie singulière que présente ce corps lorsqu'il est soumis à l'action de la chaleur. Ils avaient vérifié la réalité d'un phénomène aperçu par les anciens chimistes, phénomène qui consiste en ce que le soufre liquéfié par la chaleur s'épaissit graduellement lorsqu'on augmente la température. Depuis lors, à ma connaissance, personne ne s'est occupé de cette propriété sur laquelle je vais présenter quelques détails curieux.

J'ai trouvé que le soufre fondu commençait à cristalliser entre 108 et 109° c. On peut donc placer à 108° le point de fusion de ce corps.

Entre 110° c. et 140° c. il est liquide comme un vernis clair. Sa couleur est celle du succin. Mais vers 160° c., il commence à s'épaissir, il prend une teinte rougeâtre, et si l'on continue à le chauffer, il devient tellement épais qu'il ne coule plus, et qu'on peut renverser le vase sans qu'il change de place. C'est de 220° à 250° c. que ce phénomène est le plus marqué. Sa couleur est alors d'un brun rouge. Depuis 250° c. jusqu'au point d'ébullition, il semble se liquéfier, mais il n'arrive jamais au degré de fluidité qu'il avait à 120°. Sa couleur brun-rouge se conserve jusqu'au moment où il se transforme en vapeur.

Mais, outre ce fait singulier, il s'en présente un

autre qui n'est pas moins digne d'attention. Lorsqu'on refroidit subitement le soufre fluide, il devient cassant, tandis que le soufre épais soumis au même traitement reste mou, et d'autant plus que sa température est plus élevée. Voici le détail de quelques expériences à ce sujet :

Température.	Soufre chaud.	Soufre refroidi subitement par immersion dans l'eau.
110° c..........	très-liquide, jaune.	très-friable, couleur ordinaire.
140° c..........	liquide, jaune foncé.	très-friable, couleur ordinaire.
170° c..........	épais, jaune orangé.	friable, couleur ordinaire.
190° c..........	plus épais, orangé.	mou et transparent d'abord, mais bientôt friable et opaque; couleur ordinaire.
220° c..........	visqueux, rougeâtre.	mou et transparent, couleur de succin.
230° à 260°......	très-visqueux, brun-rouge.	très-mou, transparent, de couleur rougeâtre.
Point d'ébullition.	Moins visqueux, brun-rouge.	très-mou, transparent, couleur brun-rouge.

Dans toutes ces expériences, le soufre a été projeté dans l'eau dès qu'il avait atteint la température où l'on désirait l'essayer. Il n'est donc pas nécessaire, bien que tous les ouvrages de chimie indiquent cette précaution, de chauffer le soufre pendant long-temps pour obtenir le soufre mou. Tout dépend de la température. La seule précaution à prendre consiste à le couler dans une quantité d'eau assez grande pour que le refroidissement soit subit, et à le diviser en petites gouttes par

la même raison. Si on le coule en masse, l'intérieur se refroidit lentement et repasse à l'état de soufre dur.

Lorsque l'expérience est bien faite sur du soufre porté à 230° et au-dessus, on l'obtient assez mou et assez ductile pour qu'on puisse le tirer en fils aussi fins qu'un cheveu et de plusieurs pieds de longueur.

Il y a donc un rapport constant entre la température à laquelle s'opère la trempe et l'altération que le soufre en éprouve. Il est fort remarquable sans doute que cette trempe ramollisse le soufre au lieu de le durcir. C'est un exemple à ajouter à celui du bronze et à opposer aux théories imaginées pour la trempe de l'acier et celle du verre. C'est encore une circonstance bien singulière que la transparence que conserve le soufre mou, tandis que celui qui durcit devient subitement opaque.

Il est difficile d'assigner une cause à des phénomènes aussi éloignés des modifications habituelles de la matière. Toutefois on aperçoit bien nettement comme cause prochaine le passage à l'état cristallin. Lorsque le soufre cristallise, il devient dur, cassant et opaque. Lorsque le refroidissement subit empêche sa cristallisation, il reste mou, transparent, et conserve cet état particulier jusqu'au moment où il cristallise, ce qui a lieu presque toujours vingt ou trente heures après la trempe.

Il existe sans doute quelque rapport entre ces faits et les observations curieuses de M. Thenard sur le phosphore.

Note *sur les Vibrations des Corps sonores.*

Par M. Poisson.

(Lue à l'Académie des Sciences le 1er octobre 1827.)

Je m'occupe actuellement d'un travail fort étendu sur les lois de l'équilibre et du mouvement des corps élastiques, et particulièrement sur les vibrations des corps sonores. En attendant que j'aie pu en terminer la rédaction définitive, je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître le principe de mon analyse et plusieurs des conséquences qui s'en déduisent.

Une partie du Mémoire que j'annonce renferme les expressions des forces provenant de l'attraction moléculaire des corps élastiques dont les particules sont un tant soit peu écartées de leurs positions d'équilibre. On y fait voir que ces forces ne peuvent pas être représentées par des intégrales, comme on l'avait fait jusqu'ici; et il en résulte que les règles du calcul des variations que Lagrange a suivies dans la *Mécanique analytique*, ne sont pas propres à donner les équations d'équilibre des corps élastiques, tels qu'ils sont dans la nature, c'est-à-dire, formés de molécules disjointes. L'action mutuelle de deux portions d'un corps quelconque, en chaque point de leur surface de séparation, s'exprime immédiatement par une somme quadruple; je la réduis à une somme simple ou relative à une seule variable; cette somme est nulle dans l'état naturel du corps, et je prouve qu'elle le serait encore après les déplacemens des particules, si elle se chan-

geait en une intégrale ; d'où je conclus qu'elle est du nombre des sommes qui ne peuvent pas subir cette transformation, quoique la variable à laquelle elle répond croisse par des différences extrêmement petites.

L'autre partie de ce Mémoire, qui en est l'objet principal, est relative aux vibrations des verges et des plaques sonores, et contient les équations communes à tous leurs points, et celles qui n'appartiennent qu'à leurs limites. Il existe sur cette matière un grand nombre d'expériences de Chladni et de M. Savart. Mon Mémoire renfermera une comparaison très-détaillée de la théorie à ces expériences ; voici déjà quelques résultats qui pourront faire juger de l'accord remarquable de l'observation et du calcul.

Une même verge élastique peut vibrer de quatre manières différentes. Elle exécutera, 1° des vibrations *longitudinales*, lorsqu'on l'étendra ou qu'on la comprimera suivant sa longueur ; 2° des vibrations *normales*, quand on la dilatera ou qu'on la condensera perpendiculairement à sa plus grande dimension ; 3° des vibrations que Chladni a nommées *tournantes*, qui auront lieu en vertu de la torsion autour de son axe ; 4° enfin, des vibrations *transversales*, dues aux flexions qu'on lui fera éprouver. Ces quatre sortes de vibrations sonores, dépendant de la rigidité d'une même matière, doivent être liées entr'elles, de telle sorte que le ton correspondant aux vibrations d'une espèce étant connu, on en puisse déduire le ton correspondant à chacune des trois autres espèces. C'est un des problèmes que je me suis proposé, et dont on trouvera la solution complète dans mon Mémoire.

Les lois des vibrations longitudinales sont les mêmes que celles de l'air dans les flûtes, du moins quand on néglige ce qui tient à l'influence de l'épaisseur de la verge. Les vibrations normales sont trop compliquées pour que je puisse en indiquer les lois dans cette Note; je dirai seulement qu'elles accompagnent toujours les précédentes, et que c'est à elles qu'on doit attribuer la multiplicité de nœuds dépendans de l'épaisseur, dont nous devons la connaissance à M. Savart. Quant aux vibrations tournantes, Chladni a trouvé qu'une même verge encastrée par une extrémité et libre par l'autre, rend un ton plus grave d'une quinte, lorsqu'on la fait vibrer par torsion que quand elle vibre longitudinalement (1), ou autrement dit, le ton qu'elle rend dans le premier cas est le même que celui qu'elle rendrait dans le second, si sa longueur était augmentée dans le rapport de 3 à 2; or, je prouve que ce rapport devrait être celui de $\sqrt{10}$ à 2, ce qui diffère à peine d'un vingtième du résultat de Chladni; et l'on peut négliger cette différence si l'on fait attention qu'il s'est contenté d'énoncer ce résultat en nombre rond.

Le rapport des vibrations transversales aux longitudinales dépend de la forme de la verge; je l'ai déterminé dans deux cas différens : dans le cas des verges cylindriques et dans celui des verges parallélépipédiques.

---

(1) En faisant cette expérience, il faut éviter de produire des vibrations transversales en même temps que les vibrations tournantes, et employer préférablement des verges cylindriques. Voyez l'*Acoustique* de Chladni, page 110 de l'édition française.

S'il s'agit, par exemple, d'une verge libre par les deux bouts, rendant le ton le plus grave dont elle est susceptible; que l'on représente par l sa longueur, par n le nombre de ses vibrations longitudinales, et par n' celui des transversales; et que l'on désigne par e son épaisseur dans le cas des verges parallélèpipédiques, ou son diamètre dans le cas des verges cylindriques, on aura,

$$n' = (2,05610)\frac{ne}{l},$$

dans le premier cas, et

$$n' = (1,78063)\frac{ne}{l},$$

dans le dernier; le second nombre compris entre parenthèses se déduisant du premier en le multipliant par $\frac{1}{2}\sqrt{3}$.

J'ai été curieux de vérifier ces formules par l'expérience, et je ne pouvais pas mieux m'adresser pour çela qu'à M. Savart qui a bien voulu me communiquer les observations suivantes, faites sur des verges de matières et de dimensions différentes. Les vibrations longitudinales ont été observées sur les longueurs entières des verges qui étaient de près d'un mètre; on les a réduites à un huitième par la loi connue, suivant laquelle les nombres de ces vibrations sont en raison inverse des longueurs; et c'est sur ce huitième que les vibrations transversales ont été observées. On a conclu les nombres n et n' des unes et des autres, du ton rendu dans chaque cas et apprécié avec une grande précision. Voici le tableau de ces expériences comparées aux formules précédentes :

1°. Verge parallélèpipédique en cuivre jaune.

$l = \frac{1}{8}\,(0^{m},825)$, $e = 3^{mm},92$, $n = 34133$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 2667$.	$n' = 2668$.	$+ 1$.

2°. Verge cylindrique en cuivre jaune.

$l = \frac{1}{8}\,(0^{m},825)$, $e = 4^{mm},8$, $n = 34133$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 2844$.	$n' = 2829$.	$- 15$.

3°. Verge cylindrique en cuivre rouge.

$l = \frac{1}{8}\,(0^{m},825)$, $e = 3^{mm},4$, $n = 36864$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 2133$.	$n' = 2164$.	$+ 31$.

4°. Verge cylindrique en fer.

$l = \frac{1}{8}\,(0^{m},88)$, $e = 5^{mm}$, $n = 45514$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 3686$.	$n' = 3683$.	$- 3$.

5°. Verge parallélèpipédique en verre.

$l = \frac{1}{8}\,(0^{m},967)$, $e = 6^{mm},4$, $n = 42667$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 4608$.	$n' = 4645$.	$+ 37$.

6°. Verge parallélèpipédique en verre.

$l = \frac{1}{2}\,(0^{m},967)$, $e = 2^{mm},6$, $n = 42667$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 1843$.	1887.	+ 44.

7°. Verge parallélèpipédique en hêtre.

$l = \frac{1}{2}\,(0^{m},8925)$, $e = 2^{mm},8$, $n = 40960$.

Observation.	Calcul.	Différence.
$n' = 2048$.	$n' = 2114$.	+ 66.

Dans les cinq premières expériences, les différences entre le calcul et l'observation sont très-peu considérables, puisque la plus grande ne s'élève qu'à un 70ᵉ du nombre n' calculé. Dans la 6ᵉ, la différence est un peu plus grande, mais s'élève toutefois a moins d'un 40ᵉ de n'. On pourrait attribuer cette circonstance aux inégalités d'épaisseur qui ont une plus grande influence à cause que la verge est la plus mince qu'on ait employée. La matière, la forme et la longueur étant les mêmes que dans la 5ᵉ expérience, les valeurs de n' devraient être proportionnelles aux épaisseurs, ce qui donnerait 1872 pour la 6ᵉ valeur de n', conclue de la 5ᵉ donnée par l'observation, et ce nombre ne différerait pas d'un 120ᵉ du nombre 1887 donné par le calcul. C'est dans la 7ᵉ et dernière expérience que l'écart entre le calcul et l'observation est le plus sensible ; il s'élève à un 32ᵉ de n' : on pourrait encore l'attribuer

aux erreurs inévitables dans les données de l'observation; et il suffirait, par exemple, d'une erreur d'un dixième de millimètre sur la valeur de e pour le faire entièrement disparaître. Mais il peut aussi être dû à ce que nos formules ne s'appliquent pas à une verge de bois, qu'on doit regarder comme un système de fibres longitudinales, qui n'a pas la même rigidité dans le sens de l'épaisseur et dans le sens de la longueur. On conçoit que cette rigidité étant moindre dans la première direction que dans la seconde, le nombre des vibrations transversales soit aussi moindre que celui que nous concluons du nombre des vibrations longitudinales ; ce qui s'accorde avec la dernière expérience.

Observons enfin que dans les deux premières expériences la longueur l et la matière de la verge étaient les mêmes ; les nombres n' des vibrations transversales seraient donc proportionnels aux épaisseurs e, si la verge avait la même forme ; la 2e valeur de n', conclue de la 1re, serait alors 3265, au lieu de 2844 que donne l'observation. La différence qui existe entre ces deux nombres montre clairement l'influence de la forme de la verge ; et, en effet, d'après la théorie, pour passer des verges parallélépipédiques aux cylindriques, il faut, toutes choses d'ailleurs égales, diminuer le nombre n' dans le rapport de $\sqrt{3}$ à 2, ce qui réduit le premier nombre 3265 à 2828 qui ne diffère que très-peu de l'observation.

Puisqu'on peut apprécier avec une très-grande précision les tons rendus par des verges élastiques vibrantes, il en résulte un moyen de déterminer la rigidité des différentes matières, et d'en conclure leur résistance à

la flexion ou à l'extension. Je comparerai dans mon Mémoire ce procédé à l'expérience directe, et je verrai s'il est susceptible du même degré d'exactitude.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *août* 1827.

TITRES des Mémoires manuscrits reçus dans cette séance : Mémoire sur l'emploi du chlorure de chaux pour désinfecter l'air des ateliers des vers à soie, par M. Bonafous ; Mémoire sur la propagation de la chaleur dans un prisme triangulaire, par M. Ostrogratzki ; Note sur un nez refait artificiellement au moyen de la peau du front recourbée, par M. Delpech ; un Mémoire de M. Le Chevallier, lieutenant d'artillerie, sur l'écoulement des fluides dans l'atmosphère.

L'Académie procède au scrutin pour l'élection d'un associé étranger : M. Young réunit la majorité des suffrages.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire présente une tête de jeune girafe, où l'on voit que le noyau osseux de la corne, pendant le premier âge, est séparé du front par une suture distincte. L'Académie a entendu ensuite : un Mémoire de M. Becquerel sur quelques phénomènes électriques produits par la pression et le clivage des cristaux ; un Mémoire de M. Despretz sur la compression des gaz ; une nouvelle Théorie des vibrations sonores, par M. Cagniart-Latour ; un Mémoire sur l'opé-

ration de la pupille artificielle, par M. Faure. M. Molard a rendu, enfin, un compte favorable du tachygraphe et du Tachytype inventés par M. Conti.

Séance du lundi 13 août.

Titres des Mémoires reçus : Mémoire pour faire suite à l'histoire de la quinine, de la cinchonine et de l'acide quinique, par M. Henry; Recherches sur le poids et les dimensions à donner aux volants des machines pour qu'ils produisent l'effet qu'on désire en obtenir, par M. Landormy; troisième Note sur l'écoulement des fluides, par M. Le Chevallier; Mémoire sur deux cas de luxations des vertèbres cervicales avec compression de la moelle épinière, par M. Barny.

M. Chevreul lit une Note sur la découverte de l'acide phocénique dans l'orcanette.

M. Lisfranc lit un Mémoire sur la Rhynoplastie, et présente un individu sur qui cette opération a été faite avec succès.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire communique les observations qu'il a faites sur un cheval polydactyle à doigts séparés par des membranes.

M. Savart lit des Recherches sur les vibrations normales.

L'Académie a aussi entendu dans cette séance deux rapports verbaux : l'un de M. Freycinet sur l'Atlas ethnographique de M. Balbi; l'autre de M. Silvestre sur un ouvrage de M. Francœur concernant l'enseignement du dessin linéaire.

Séance du lundi 20 août.

On reçoit l'Ordonnance du Roi par laquelle la nomination de M. Berthier est confirmée.

M. Pons écrit pour annoncer la découverte d'une nouvelle comète.

M. Fossombroni communique un rapport sur une opération césarienne faite récemment dans un hôpital de Florence.

Titres des Mémoires reçus : Recherches et observations sur l'anévrisme faux consécutif, par M. Breschet; Découvertes sur le traitement des affections scrofuleuses, et procédé pour la guérison des fistules à l'anus, par M. Deygallières (paquet cacheté); nouvelles Observations sur la fièvre jaune, par M. Leymerie.

M. Cassini, au nom d'une Commission, rend un compte favorable d'un travail de M. Turpin relatif à la reproduction des truffes.

M. Pouillet lit un Mémoire sur l'électro-magnétisme.

M. Chabrier lit un Précis de quelques observations nouvelles sur les mouvemens progressifs des animaux.

Séance du lundi 27 août.

L'Académie reçoit un Mémoire de M. Madelaine sur les machines à vapeur.

M. Chevreul rend un compte très-défavorable des nouveaux procédés proposés par M. Ratieuville, pour la teinture des laines en bleu de roi.

L'Académie a entendu ensuite : des Recherches de

M. Brisson sur la détermination des séries qui doivent représenter des fonctions données dans une partie seulement de leur étendue; un Mémoire de M. Raymond, sur la teinture des laines avec le bleu de Prusse; un Mémoire de MM. Dumas et Boullay sur la formation de l'éther sulfurique; des Recherches sur l'œuf humain, par M. Velpeau.

M. Frédéric Cuvier a rendu un compte verbal avantageux de l'ouvrage de M. le baron de Gérando intitulé : *De l'Éducation des sourds-muets de naissance.*

Rapport *sur un Mémoire de M.* Vicat, *ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, concernant la rupture des corps solides.*

M. Vicat, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, connu depuis plusieurs années par son beau travail sur les mortiers hydrauliques, a donné lecture à l'Académie, il y a quelques mois, d'*observations physico-mathématiques sur quelques cas de rupture des solides*; nous avons été chargés d'en rendre compte, MM. de Prony, Dupin et moi (M. Girard).

Les physiciens et les géomètres qui se sont occupés de rechercher les lois de la résistance des solides, ont désigné sous le nom de *résistance absolue*, celle qu'ils opposent à une force de traction exercée parallèlement à leur longueur; et *résistance relative* celle qu'ils opposent à l'action d'une puissance qui tend à les rompre en agissant perpendiculairement à cette dimension. Ils

nt de plus considéré les solides résistans comme for-
iés de fibres homogènes plus ou moins élastiques, ap-
liquées les unes sur les autres.

Admettant cette hypothèse, on trouve, par les prin-
ipes de statique, que la *résistance relative* d'un solide
st proportionnelle, toutes choses égales d'ailleurs, au
arré de la hauteur de sa base de fracture; de nom-
reuses expériences ont justifié cette théorie.

Mais lorsque les corps solides, au lieu d'être formés
e fibres élastiques superposées, sont composées de
iolécules agglutinées, ce qui les rend sensiblement
iextensibles, *leur résistance relative* suit d'autres lois
ue M. Vicat a entrepris de déterminer.

Cette résistance cesse alors d'être proportionnelle au
arré de la hauteur des bases de fracture, le coefficient
onstant de ce carré se transforme en un coefficient va-
iable qui augmente avec la hauteur de ces bases, et
ui diminue avec la longueur des solides mis à
'épreuve.

Cette observation a conduit M. Vicat à considérer
ne troisième espèce de résistance qu'il désigne sous le
om de *résistance transverse*. C'est à son influence
u'il attribue l'espèce d'anomalie que présentent, dans
cas dont il s'agit, les lois de la résistance des solides
lles qu'elles ont été admises jusqu'à présent.

La *résistance transverse* d'un corps formé de molé-
ules agglutinées, est celle qu'une de ses bases de frac-
ure quelconque oppose à l'action d'une puissance qui
exerce dans le plan de cette base, et qui tend à rompre
solide en le séparant, suivant ce plan, en deux par-
es qui glissent l'une sur l'autre.

M. Vicat a trouvé, par une suite d'expériences dont il doit rendre compte plus tard, que pour la plupart des corps cette *résistance transverse* n'est pas un multiple très-considérable de la résistance absolue : elle n'est, par exemple, que de six fois et un quart plus grande dans certaines pierres calcaires de dureté moyenne.

De l'existence incontestable d'une *résistance transverse*, M. Vicat conclut la nécessité d'en introduire l'expression dans celle de la *résistance relative* des solides formés de molécules agglutinées ; de telle sorte qu'en supposant nulle la longueur de ces solides, la valeur de leur *résistance relative* exprimée par la nouvelle formule devienne précisément égale à la valeur de leur *résistance transverse*.

Suivant M. Vicat, la formule de la *résistance relative* des corps, modifiée par la considération de leur *résistance transverse*, conserve, mais sous forme indéterminée, le coefficient du carré de la hauteur des bases de fracture que l'on regarde comme constant dans les hypothèses ordinaires. Ce coefficient variable est, comme nous l'avons déjà dit, une certaine fonction de la longueur du prisme encastré, et de la hauteur de sa base de rupture. M. Vicat assure avoir trouvé, par un grand nombre d'observations, que dans ce coefficient le rapport entre la longueur et la hauteur du solide résistant doit être représenté par celui des coordonnées d'une ligne droite.

La formule, ainsi modifiée empiriquement, établit pour le cas d'équilibre les relations existantes entre la résistance absolue, la résistance transverse, la résis-

tance relative, les dimensions du solide encastré et l'effort qui tend à produire sa rupture.

La connaissance de ces relations conduit à résoudre plusieurs problèmes importans dans les constructions, et notamment celui des *arrachemens*, qui consiste à déterminer la force capable de dégager de son encastrement dans un bloc de pierre, par exemple, une tige de fer ou de toute autre matière solide qui y serait engagée plus ou moins profondément, et à assigner le volume et la forme de la portion de ce bloc qu'elle entraînerait avec elle.

Telle est la courte analyse de la Notice de M. Vicat, qui est elle-même très-succincte, et qu'il n'a donnée que comme l'introduction d'un Mémoire qu'il se propose de présenter bientôt à l'Académie.

Galilée, Leibnitz et Mariotte, qui ont traité les premiers de la résistance des solides, les ayant supposés formés de fibres élastiques appliquées parallèlement entr'elles, ont donné des formules qui conviennent rigoureusement à cet état des corps, évidemment analogue à celui des bois, et en général à celui de toutes les substances végétales.

Mais si on suppose aux corps solides une contexture différente, c'est-à-dire, si on les regarde comme formés de molécules agglutinées, comme les pierres, et les autres substances minérales, il est évident que leur résistance doit suivre d'autres lois, qu'il est également avantageux d'assigner.

Notre savant confrère, M. Coulomb, est le premier qui se soit occupé de la détermination de ces lois dans un Mémoire qui fait partie du 7e volume de *la Collec-*

tion des Savans étrangers. L'un de nous s'est aussi livré, en 1809, à quelques recherches sur cette matière; enfin elle paraît s'être considérablement développée par les nouvelles observations de M. Vicat, et les conséquences qu'il en a tirées.

Le zèle et la persévérance de cet habile ingénieur n'ont pas besoin d'être encouragés; ce qui caractérise ses travaux et ce qui les rend véritablement utiles, ce sont les soins qu'il apporte à en approfondir l'objet, et la sagacité avec laquelle il y parvient. Vos commissaires, en terminant ce rapport, ne peuvent qu'inviter M. Vicat à faire connaître le plus tôt possible l'important Mémoire qu'il annonce, et dont il n'a soumis que l'introduction à votre jugement.

Fait à l'Académie le 24 septembre 1827.

Sur *un nouveau Degré d'oxidation du Sélénium.*

Par Mr E. Mitscherlich.

M. Nitzsch, qui depuis long-temps prépare mes leçons et m'aide dans mes recherches scientifiques, a décomposé le séléniure de plomb en le fondant avec le nitre, dissolvant par l'eau le séléniate de potasse formé, évaporant à siccité et chauffant le résidu avec du sel ammoniac. Comme il est nécessaire d'employer un excès de nitre, il a cherché à le séparer du séléniate de potasse par la cristallisation. Après la séparation de la plus grande partie du nitre, il a obtenu des cristaux

qui avaient la forme du sulfate de potasse, se comportaient comme ce sel avec la lumière polarisée, donnaient une dissolution neutre, et ne contenaient pas d'eau, mais qui déflagraient sur les charbons comme le salpêtre, donnaient avec les sels de baryte un précipité insoluble, produisaient du chlore en les faisant bouillir avec l'acide hydro-chlorique, et ne précipitaient plus ensuite les sels de baryte; enfin, la dissolution de ces cristaux, avant le traitement par l'acide hydro-chlorique, n'éprouvait aucun changement par l'acide sulfureux, et laissait, après ce traitement, précipiter du sélénium. Il résultait de ces essais que les cristaux obtenus étaient une combinaison de la potasse avec un nouvel acide du sélénium, isomorphe avec l'acide sulfurique.

M. Nitzsch a constamment partagé avec moi la fatigue de ces recherches, tant pour la préparation d'une grande quantité d'acide sélénique que pour d'autres opérations qui demandaient antant de connaissance que d'habileté : on doit par conséquent les considérer comme nous étant communes.

Le nouvel acide contenant plus d'oxigène que celui découvert par Berzelius doit être appelé *acide sélénique*, et ce dernier *acide sélénieux*.

Préparation du nouvel acide. On le forme facilement en fondant du nitrate de potasse ou de soude avec le sélénium, l'acide sélénieux, un séléniure métallique ou un sélénite. Comme c'est le séléniure de plomb que l'on a trouvé jusqu'ici en plus grande quantité, on l'emploie de préférence; mais il est très-difficile d'obtenir avec ce minéral l'acide sélénique

pur, parce qu'il est ordinairement accompagné de sulfures métalliques. On traite par l'acide hydro-chlorique ordinaire le séléniure tel qu'on le retire de la terre, afin de dissoudre les carbonates; le résidu, qui fait environ le tiers de la masse, est mêlé avec un poids égal de nitrate de soude, et jeté par portions dans un creuset chauffé au rouge; le plomb se change en oxide, et le sélénium en acide sélénique qui se combine avec la soude. La masse fondue est ensuite traitée par l'eau bouillante qui dissout seulement le séléniate de soude, le nitrate et le nitrite de soude, et le résidu, bien lavé, ne contient plus de sélénium. On fait bouillir promptement la dissolution; il se sépare pendant cette opération du séléniate de soude anhydre, et lorsque, ensuite, on laisse refroidir la dissolution, elle donne des cristaux de nitrate de soude. Portée de nouveau à l'ébullition, on obtient une nouvelle quantité de séléniate, et par le refroidissement du nitrate. On continue ainsi ces opérations, jusqu'à ce qu'on ait obtenu tout le séléniate de soude. Ce sel a, comme le sulfate de soude, la propriété d'avoir sa plus grande solubilité dans l'eau à la température d'environ 33°, et d'en avoir une moindre, soit au-dessus, soit au-dessous de terme. Pour le purifier complètement, on doit changer le nitrite de soude en nitrate, en lui ajoutant de l'acide nitrique. Mais comme le minéral contient des sulfures métalliques, le séléniate de soude contient aussi du sulfate de soude, qu'il n'est point possible d'en séparer par la cristallisation. Tous les essais tentés pour séparer l'acide sélénique de l'acide sulfurique ont été sans succès, par exemple, l'ébullition de l'acide sélénique contenant un

peu d'acide sulfurique avec du séléniate de baryte ou de l'hydrate de baryte. Si même on n'ajoute à du séléniate de baryte que la moitié de l'acide sulfurique nécessaire pour saturer la baryte qu'il contient, on séparera bien une grande partie d'acide sélénique ; mais il contiendra toujours de l'acide sulfurique.

Le seul moyen d'obtenir une séparation complète est de réduire l'acide sélénique en sélénium. On mêle, pour cela, le séléniate de soude avec du sel ammoniac, et en chauffant le mélange on obtient du sélénium, de l'azote et de l'eau. Le sélénium ainsi obtenu est exempt de soufre ; on le dissout dans l'acide nitrique en excès, et pour séparer toute trace d'acide sulfurique qu'il pourrait contenir, on ajoute à la dissolution d'acide sélénieux du chlorure de barium, qui cependant n'y cause aucun trouble. On sature alors le liquide avec du carbonate de soude exempt d'acide sulfurique ; on évapore à siccité, et on fond le sélénite et le nitrate de soude que l'on obtient dans un creuset de porcelaine, sur la lampe à esprit-de-vin. Le séléniate de soude produit, étant séparé comme il a été dit plus haut, on le dissout dans l'eau, et on le fait cristalliser ; il est alors parfaitement pur. Pour en séparer l'acide, on le décompose par le nitrate de plomb. Le séléniate de plomb, qui est aussi insoluble que le sulfate, étant bien lavé, est traité par un courant d'acide hydro-sulfurique qui ne décompose point l'acide sélénique. Le liquide filtré est soumis à l'ébullition pour chasser l'acide hydro-sulfurique, et on a alors l'acide sélénique pur délayé dans beaucoup d'eau. On reconnaît qu'il ne contient point de parties fixes s'il se volatilise sans résidu, et qu'il ne

renferme point d'acide sulfurique, si, bouilli avec l'acide hydro-chlorique, il ne précipite pas le chlorure de barium ; enfin, s'il contenait de l'acide nitrique, on l'en séparerait par la concentration (1).

Composition de l'Acide sélénique et des Séléniates.

Puisque les sels neutres de l'acide sélénique sont isomorphes avec ceux de l'acide sulfurique, la composition de l'acide sélénique et celle des séléniates doivent se conclure des lois de l'isomorphie. L'acide sélénique doit par conséquent contenir moitié plus d'oxigène que l'acide sélénieux, pour la même quantité de radical, et l'oxigène des bases doit être à celui de l'acide comme 1:3. L'expérience a donné une pleine confirmation de cette supposition.

2,6545 de séléniate de potasse qui avait été fondu ont produit 1,7655 de chlorure de potassium, représentant 1,117 de potasse, et 3,3435 de séléniate de baryte, contenant 1,5315 d'acide sélénique, puisque, à 1,117 de potasse correspondent 1,812 de baryte. D'après cette expérience, le séléniate de potasse est composé, sur 100, de:

---

(1) Si on n'avait pas parfaitement purifié le séléniate de plomb par des lavages, l'acide sélénique contiendrait un sel à base de soude. On le combinerait alors avec l'oxide de cuivre, et le séléniate de cuivre, qui cristallise aussi-bien que le sulfate, et peut être obtenu parfaitement pur, serait décomposé par l'acide hydro-sulfurique.

42,16 potasse dont l'oxigène = 7,15;
57,84 acide sélénique...... = 21,79 (1).

La composition de l'acide sélénique a été déterminée n se servant du séléniate de soude. Le sel rougi et ondu a été tenu en ébullition avec l'acide hydro-chloique; il s'est produit du chlore et de l'acide sélénieux: lu chlorure de barium ajouté alors à la dissolution n'a roduit aucun trouble; ce qui prouve qu'elle ne conenait ni acide sulfurique, ni acide sélénique indécomosé. La baryte a été séparée au moyen de l'acide sulfuique, et au liquide on a ajouté du sulfite de soude.

4,880 de séléniate de soude ont ainsi produit 2,020 de élénium métallique. Mais puisque, d'après l'analyse récédente, 100 parties d'acide sélénique saturent 72,89 le potasse, ou 48,30 de soude; 4,880 de séléniate de oude doivent contenir 3,290 d'acide sélénique, dans esquels l'analyse vient de faire reconnaître 2,020 de sééaium. L'acide sélénique est donc formé, sur 100 paries, de 61,40 de sélénium et de 38,60 d'oxigène.

Suivant Berzelius, l'acide sélénieux est formé de 100 le sélénium et de 40,33 d'oxigène. Par conséquent, si lans l'acide sélénique l'oxigène est à celui de l'acide élénieux comme 3:2, il est nécessaire, en partant de e rapport, que 100 de sélénium prennent, pour former 'acide sélénique, 60,495 d'oxigène, ou que cet acide oit formé, sur 100, de 62,32 de sélénium et de 37,68 l'oxigène.

(1) D'après la composition de l'acide sélénique qui sera onnue plus bas.

La proportion du sélénium est ici un peu trop petite, et l'a été encore plus dans d'autres expériences, parce qu'on perd un peu de séléninm. On n'obtient la parfaite décomposition du séléniate de soude, qu'en le faisant évaporer plusieurs fois avec de l'acide hydro-chlorique, et c'est alors qu'il se volatilise un peu d'acide sélénieux. Le résultat le plus exact sur la composition de l'acide sélénique est fourni par l'analyse des séléniates, puisqu'on peut conclure de l'oxigène de la base celui de l'acide.

D'après l'analyse du séléniate de potasse, les séléniates sont composés de manière que 100 d'acide saturent une quantité de base contenant 12,56 d'oxigène.

Propriétés de l'Acide sélénique.

Cet acide se présente comme un liquide incolore, qu'on peut chauffer jusqu'à 280° c. sans qu'il se décompose sensiblement; au-delà de cette température, la décomposition commence et devient rapide à 290°; on obtient de l'oxigène et de l'acide sélénieux. Chauffé jusqu'à 165°, sa densité est de 2,524; à 267, elle est de 2,60, et à 285° de 2,625; cependant il contient déjà un peu d'acide sélénieux. L'acide sélénique obtenu par le procédé décrit contient de l'eau, mais il est très-difficile d'en déterminer la proportion, parce que à 280° il commence déjà à se décomposer : un acide, qui avait été chauffé au-delà de 280°, et dont on avait soustrait la quantité d'acide sélénieux qu'il pouvait renfermer, s'est trouvé contenir 84,21 d'acide sélénique et 15,75 d'eau. Si l'oxigène de l'eau était à celui de l'acide comme

: 3, l'acide devrait être composé sur 100 de 87,62 'acide sec et de 12,38 d'eau. Il est certain que l'acide élénique se décompose avant qu'il ait abandonné les lernières portions de l'eau qui lui appartient, et il se omporte comme le ferait l'acide sulfurique s'il se lécomposait à 280°, attendu que ce n'est que lorsque et acide est parvenu à 326°, qu'il a perdu assez d'eau our former un acide hydraté d'une composition anaogue à celle des sulfates neutres.

L'acide sélénique a une grande affinité pour l'eau, et 'échauffe autant avec elle que l'acide sulfurique. Il se omporte comme ce dernier acide avec l'hydrogène ulfuré; il n'en est point décomposé, et l'on peut par onséquent se servir de l'acide hydro-sulfurique pour lécomposer le séléniate de plomb ou celui de cuivre. Avec l'acide hydro-chlorique, il se comporte d'une maière particulière; en faisant bouillir le mélange, il e forme du chlore et de l'acide sélénieux; aussi peut-il lissoudre l'or et le platine comme l'eau régale. L'acide élénique dissout le zinc et le fer avec dégagement l'hydrogène; le cuivre avec formation d'acide sélé- ieux : il dissout aussi l'or, mais non pas le platine. L'acide sulfureux n'agit en aucune manière sur l'acide élénique, tandis qu'il réduit facilement l'acide sélé- ieux. Lorsqu'on voudra par conséquent obtenir le élénium d'une dissolution contenant de l'acide sélé- ique, il sera nécessaire de commencer par la faire ouillir avec l'acide hydro-chlorique, avant d'ajouter e l'acide sulfureux.

L'acide sélénique est peu inférieur à l'acide sulfuique par son affinité pour les bases; si bien, par

exemple, que le séléniate de baryte n'est point décomposé complètement par l'acide sulfurique; aussi appartient-il à la classe des acides les plus puissans. Ses combinaisons étant isomorphes avec celles de l'acide sulfurique, et possédant les mêmes formes cristallines et les mêmes propriétés chimiques, on y rencontre tous les phénomènes que présentent les sulfates avec de très-légères mais très-intéressantes modifications.

Le grand nombre de combinaisons cristallines que forme cet acide, les différentes formes que l'on obtient par la cristallisation à des températures différentes, la netteté des cristaux qui permet de les mesurer exactement, l'isophorphie des séléniates avec les sulfates qui ont fourni avec quelques chromates les faits les plus importans pour cette théorie, m'obligent à réunir, dans une Dissertation que je publierai dans quelques mois, les formes cristallines des sulfates, des arséniates et des chromates.

(*Annalen der Physik.*, *etc.* 1827.)

Note *sur un nouveau Procédé pour préparer le Deutoxide de Barium.*

Par M. Quesneville fils.

Ayant obtenu d'une manière simple le deutoxide de barium, je crois devoir faire connaître mon procédé, parce qu'étant bien moins dispendieux que celui qu'on suit, il mettra les chimistes à même de se procurer à plus bas prix l'eau oxigénée dont l'emploi deviendrait

ıs fréquent. Voici la méthode que je suis : je
lu nitrate de baryte, je l'introduis dans une
le porcelaine luttée à laquelle j'adapte un tube
ɜr qui se rend sous une cloche pleine d'eau. Je
ılors graduellement la cornue, et je l'entretiens
ıaleur rouge tant qu'il se dégage de l'acide ni-
du gaz azote, ce qui m'indique qu'il reste
lu nitrate de baryte à décomposer; mais du
où le gaz oxigène passe parfaitement pur, j'ôte
t je laisse refroidir la cornue. Le produit de
composition est un deutoxide de barium qui
toutes les propriétés qu'on lui connaît, entre
elles de se déliter avec l'eau sans s'échauffer,
;er de l'oxigène lorsqu'on le fait bouillir dans
le, et d'être ramené à l'état de protoxide par
e chaleur. Je me suis aisément convaincu de sa
ɜn en traitant avec de l'acide sulfurique, car
égagement d'acide nitrique n'a eu lieu. L'acide
pur n'a point dégagé de deutoxide d'azote.
it donc, par ces expériences, qu'on peut obtenir
oxide de barium aussi chargé d'oxigène et aussi
celui qu'on se procure par l'autre procédé. Sa
ɔn est en effet très-naturelle; le protoxide de
, se trouvant en contact avec une grande quan-
gaz oxigène à l'état naissant, s'y combine et le
si la chaleur n'est pas trop forte, pour l'en dé-
ɑsuite.

MANIÈRE *singulière dont se comporte l'Acide phosphorique avec l'Albumine.*

J'AVAIS fait la remarque, dit Berzelius, dans mon Analyse des travaux scientifiques de l'année précédente, à l'occasion de recherches intéressantes d'Engelhart sur le principe colorant du sang, que, contre son assertion, l'acide phosphorique ne précipite point le blanc d'œuf, et que je n'avais pu découvrir en quoi il avait pu se tromper. Le Dr Engelhart se trouvant cet hiver à Stockholm, nous avons fait quelques essais ensemble dans mon laboratoire, et nous avons trouvé, à notre grand étonnement, que nous avions tous deux raison. Comme mon acide phosphorique ne précipitait ni l'albumine végétale ni l'albumine animale, Engelhart en a préparé une nouvelle portion en dissolvant du phosphore dans l'acide nitrique, évaporant la dissolution dans un vase de platine et chauffant jusqu'au rouge. La dissolution de cet acide dans l'eau a précipité abondamment les deux espèces d'albumine. Pour être plus sûr que l'acide nitrique n'avait ici produit aucun effet, nous avons brûlé du phosphore dans une cloche, et dissous dans l'eau l'acide qui s'était formé. Cet acide a aussi précipité l'albumine. Après plusieurs essais entrepris par Engelhart, pour découvrir la cause de cette contradiction, il a remarqué que les deux acides qui avaient précipité abondamment l'albumine, la précipitaient de moins en moins chaque jour, qu'au bout de quelques jours de dissolution ils ne la précipitaient plus du tout. Ce changement s'est opéré aussi bien dans des vases fermés que dans des

vases ouverts de verre ou de platine, et n'a pas été accéléré par l'ébullition. En faisant évaporer et rougir l'acide, il a repris de nouveau la propriété de précipiter l'albumine, et l'a perdue encore par le repos au bout d'un jour. Il nous a été impossible de découvrir la cause de ce phénomène. Il est clair que la propriété de précipiter ne dépend point d'un plus haut degré d'oxidation de l'acide qui aurait été déterminé par l'air; puisqu'elle se perd également dans des vaisseaux fermés, quoique l'acide soit concentré. N'y a-t-il pas, pourrait-on se demander, une combinaison chimique de l'acide phosphorique avec l'eau, qui ne se formerait point au moment de la dissolution, et qui n'aurait point la propriété de précipiter l'albumine?

(*Annalen der Physik*, *etc.* 1827.)

FABRIQUE *de Brome.*

M. BALARD, à qui nous devons la découverte du brome et la connaissance de ses propriétés les plus remarquables, en a établi une fabrique en grand. Les différens perfectionnemens qu'il est parvenu à introduire dans le procédé par lequel on obtient le brome, lui permettent de le livrer aujourd'hui au commerce, au prix de 4 francs le gros, 14 francs la demi-once et 23 francs l'once.

Les chimistes qui désireraient faire de nouvelles recherches sur cette substance remarquable, pourront s'en procurer au prix indiqué ci-dessus, soit à sa pharmacie, rue Argenterie, à Montpellier, soit à Paris, à la manufacture de produits chimiques de M. Quesneville, chez lequel M. Balard en a formé un dépôt.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	à midi.
1	763,17	+16,2	80	762,46	+19,2	69	761,72	+21,1	59	762,14	+17,2	60	+21,1	+11,5	Quelques nuages.	E.
2	761,82	+18,5	75	761,48	+21,8	65	760,90	+23,0	60	760,28	+18,1		+23,5	+12,0	Nuages.	E.
3	760,96	+17,9	81	760,32	+21,4	69	759,75	+23,0	64	760,35	+16,5	88	+23,0	+12,9	Quelq. légersnuages.	N.
4	761,52	+15,7	86	761,21	+18,4	75	760,40	+18,8	70	760,25	+13,3	74	+18,8	+12,8	Couvert.	N E.
5	760,00	+15,5	75	759,68	+18,5	68	758,73	+19,8	65	759,14	+16,0	63	+20,1	+10,0	Beau.	N.
6	760,13	+16,0	86	759,90	+20,5	68	759,36	+21,9	62	759,98	+18,3	72	+21,9	+11,8	Eclaircies.	N. E.
7	761,18	+16,5	83	760,60	+20,7	68	759,71	+21,5	62	760,10	+16,7	70	+21,5	+12,2	Quelq. petit. éclairc.	N. E.
8	761,24	+16,5	77	761,72	+18,8	68	759,88	+20,3	64	760,26	+17,5	68	+20,5	+12,1	Beau.	N. N. E.
9	759,73	+19,7	75	759,33	+23,4	60	758,30	+25,2	51	758,10	+19,5	68	+25,2	+10,2	Nuages et vapeurs.	S. S. E.
10	758,10	+22,9	68	757,32	+22,8	61	757,35	+26,6	52	757,50	+18,8	70	+26,6	+13,8	Beau.	S. O. fort
11	756,33	+22,7	68	754,62	+27,0	58	753,26	+28,7	51	753,75	+23,2	60	+28,7	+15,2	Beau.	S.
12	755,53	+17,0	89	755,50	+20,6	81	755,20	+19,0	80	755,95	+16,5	70	+21,5	+16,5	Nuageux.	S. O.
13	756,68	+15,6	96	757,20	+20,5	69	757,95	+19,5		760,86	+13,6	85	+20,5	+13,6	Eclaircies.	O.
14	764,13	+16,1	86	763,80	+18,6	69	763,40	+19,2	58	763,87	+15,0	78	+19,3	+9,8	Nuages.	O. N. O.
15	763,50	+17,2	90	763,10	+20,5	76	762,70	+20,2	72	763,20	+17,2	80	+20,5	+14,2	Couvert.	O. N. O.
16	762,44	+16,8	90	761,90	+19,8	83	761,11	+20,0	80	761,80	+16,5	89	+20,0	+14,5	Couvert.	N. N. O.
17	761,97	+18,2	83	762,64	+20,5	64	762,00	+21,5	59	762,15	+17,0	78	+21,5	+14,0	Nuageux.	N. E.
18	761,37	+17,8	81	761,80	+21,5	65	760,55	+22,9	52	762,54	+18,0	80	+22,9	+12,0	Nuages.	N. E.
19	760,54	+14,2	75	760,10	+15,7	66	759,90	+14,0	58	761,20	+10,2	80	+16,2	+9,2	Eclaircies.	N. O. fort.
20	754,44	+10,0	88	751,44	+10,8	89	749,82	+12,0	89	753,20	+10,3	90	+12,0	+9,5	Pluie continuelle.	S.
21	756,10	+13,9	77	755,74	+15,8	71	754,38	+16,1	69	753,22	+13,2	85	+16,1	+7,2	Nuageux.	S. S O.
22	750,26	+16,8	80	748,80	+18,6	72	747,30	+18,8	79	749,75	+11,4	90	+18,9	+11,1	Couv., gout. d'eau.	S.
23	750,77	+14,0	89	750,40	+18,5	72	750,03	+19,0	65	750,50	+12,7	89	+19,0	+8,5	Nuageux.	S. S. O. tr.-fort.
24	751,90	+15,0	88	751,97	+20,2	70	751,08	+19,3	68	753,08	+12,8	85	+20,3	+12,0	Eclaircies.	S. S. O.
25	752,95	+14,5	86	751,95	+19,1	80	750,88	+15,2	85	749,88	+12,5	90	+19,1	+9,2	Eclaircies.	S. S E.
26	748,15	+16,8	88	747,56	+17,3	90	745,58	+16,5	90	744,64	+15,5	90	+17,5	+11,5	Petite pluie.	S E.
27	748,54	+17,5	89	749,06	+21,9	79	748,63	+20,4	78	749,55	+15,0	88	+22,2	+14,7	Eclaircies.	S. E
28	752,10	+16,0	85	751,96	+19,3	79	751,60	+18,0	74	751,88	+13,2	86	+19,2	+12,5	Nuageux.	S. S. E
29	751,45	+15,5	87	751,48	+16,2	86	751,43	+17,7	81	752,12	+13,2	88	+17,7	+11,2	Couvert	S. S. O.
30	752,34	+15,8	89	751,90	+19,5	80	751,28	+20,0	77	750,38	+15,0	89	+20,0	+11,8	Couvert.	S.
1	760,79	+17,5	79	760,41	+20,5	67	759,61	+22,1	61	759,40	+17,1	65	+22,2	+11,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centi.
2	759,87	+16,6	84	759,21	+19,6	72	758,59	+19,7	66	759,65	+15,7	79	+20,3	+12,8	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 4,570
3	751,46	+15,6	86	751,08	+18,6	78	750,31	+18,1	77	761,55	+13,5	88	+19,0	+11,0	Moyenn. du 21 au 30,	Terrasse, 4,135
	757,05	+16,6	83	756,90	+19,6	72	756,17	+20,0	68	750,67	+15,4	78	+20,5	+11,9	Moyennes du mois, + 16,2	

MÉMOIRE

Sur la Compression des Liquides.

Par MM. Colladon et Sturm, de Genève.

(Ce Mémoire a remporté le prix proposé par l'Académie.)

INTRODUCTION.

Les travaux des géomètres, en élevant la physique au rang des sciences exactes, lui ont donné une rigueur et une précision qui leur manquaient auparavant. Ils ont fait sentir toute l'importance des recherches de mesures, qui seules peuvent fournir au calcul les données nécessaires pour la détermination des phénomènes. C'est seulement ainsi qu'on pourra parvenir à vérifier la théorie par l'expérience, et à reconnaître les véritables lois de la nature.

Les recherches sur la compressibilité des liquides nous présentent cet avantage qu'elles sont comparables entr'elles et susceptibles d'un haut degré de précision, moyennant des précautions nombreuses et de bons appareils. On n'a point à lutter ici contre une complication de causes qui, ne pouvant être isolées les unes des autres, rendent certains phénomènes si difficiles à étudier. Il ne faut pas croire cependant que ces recherches soient exemptes de difficultés. La nécessité de réunir à la fois dans le même appareil une extrême

sensibilité et une force considérable occasione de nombreux accidens qui quelquefois vous forcent à recommencer un long travail. Aussi réclamerons-nous d'avance l'indulgence pour les imperfections que l'on pourra remarquer dans quelques parties de ce Mémoire. Au reste, ces imperfections ne portent que sur le nombre et nullement sur l'exactitude des résultats. Persuadés que le principal mérite d'un travail de ce genre consiste surtout dans la précision minutieuse des expériences, nous avons préféré donner des résultats moins nombreux mais plus exacts, et nous nous sommes plus occupés de vérifier les résultats que de les multiplier. Le même motif justifiera la longueur des détails dans lesquels nous sommes entrés sur les précautions que nous avons dû prendre relativement à la disposition et à l'usage de chaque partie de notre appareil. Cette description complète nous a paru nécessaire pour qu'on pût apprécier le degré de confiance que peuvent mériter nos résultats. Quant au choix des liquides, nous avons toujours opéré sur des substances aussi pures et aussi concentrées qu'il est possible de les obtenir, et nous avons donné le plus d'importance à celles dont la composition paraît assujettie à des règles fixes, et dont les proportions chimiques nous sont le mieux connues.

La mesure de la compressibilité des liquides peut en effet devenir utile pour la solution de plusieurs questions de physique et de chimie moléculaire. Mais il faut n'accorder qu'une petite place aux substances qui, ne pouvant être reproduites identiquement, donnent, à chaque épreuve, des résultats différens. C'est ainsi que des

recherches sur la dilation des huiles pouvaient être de quelque utilité, lorsqu'il était question de les employer comme liquides thermométriques; mais envisagées sous un point de vue général, ces mesures ne nous offrent qu'un intérêt très-secondaire.

Sans doute pour quelques-uns des liquides sur lesquels nous avons opéré, l'identité parfaite de composition est une chose impossible à obtenir; mais les différences qu'ils peuvent encore présenter dans leur plus grand degré de pureté ne paraissent pas pouvoir changer notablement leur compressibilité.

Quant à la seconde partie de la question concernant l'élévation de température due à la compression des liquides, la presque nullité des effets observés ne nous ayant pas permis de les mesurer, nous avons dû nous borner à constater qu'il y a des liquides pour lesquels la compression est accompagnée d'un dégagement de chaleur sensible. Nous avons également cherché à constater si la contraction résultant d'un accroissement de pression n'aurait point une influence sensible sur la conductibilité électrique; quoique cette recherche n'eût point été indiquée dans le Programme, elle nous a paru mériter d'être mentionnée comme ayant un rapport direct avec le sujet du concours.

La détermination de la vitesse du son dans les liquides est l'application la plus importante de la mesure de leur compressibilité. La formule de Newton pour la vitesse du son dans l'air ayant été étendue par M. Laplace aux corps solides et liquides dont on peut mesurer la compression, la vérification de cette formule offrait un beau sujet d'expériences, et devait servir en même temps

à constater si cette contraction était accompagnée d'une élévation sensible de température. Nous avons entrepris cette vérification en mesurant directement la vitesse du son dans l'eau, et en prenant en même temps la mesure exacte de la compressibilité de l'eau dans laquelle l'expérience avait été faite. L'accord de la vitesse que nous avions observée avec celle que l'on déduit de la formule, indépendamment de tout accroissement de chaleur, nous a confirmé la vérité de nos résultats d'expérience relativement au peu de chaleur dégagée.

Ce Mémoire sera divisé en quatre paragraphes. Dans le premier, nous donnerons les expériences relatives à la mesure de la compressibilité des liquides ; le second contiendra celles qui se rapportent au dégagement du calorique dû à la compression ; dans le troisième, nous rechercherons si la pression influe sur la conductibilité électrique de ces corps ; enfin, dans la quatrième, nous donnerons la mesure de la vitesse du son dans l'eau douce, telle que nous l'avons observée, et nous la comparerons avec la théorie.

§ Ier.

Les premières recherches des physiciens sur la compressibilité des liquides datent de la fin du 17e siècle. A cette époque, les découvertes de Galilée et de Torricelli avaient attiré l'attention des savans sur les recherches de physique expérimentale. Mariotte avait déjà reconnu la loi de la compressibilité des gaz. Les académiciens d'El Cimento s'étaient réunis pour travailler en commun à une suite d'expériences sur les propriétés des

corps et des fluides impondérables. Jugeant avec raison que l'eau devait être compressible, puisqu'elle avait la faculté de transmettre les sons, ils firent de nombreuses tentatives pour rendre sensible sa diminution de volume. A cet effet, ils firent souffler une boule à l'extrémité d'un long tube de verre et la remplirent d'eau. Le liquide s'élevait à une petite hauteur dans le tube qui avait une échelle graduée dans cette partie. Recourbant ensuite le tube capillaire, ils soudèrent un réservoir à son autre extrémité, et le remplirent également d'eau, puis ils fermèrent complètement l'appareil. Après avoir placé la boule dans de la glace fondante, ils échauffèrent l'eau du réservoir. Cette eau en se dilatant, remplissait le tube, diminuait le volume de l'air qui s'y trouvait contenu, et produisait une compression sur le liquide renfermé dans la boule.

Il paraît quils eurent ainsi des compressions assez fortes, puisqu'ils furent obligés de remplacer la boule et le réservoir de verre par d'autres en métal pour éviter leur rupture. Ils ne purent cependant observer aucune diminution sensible de volume : résultat qui paraîtrait inexplicable si l'on ne remarquait que la distillation produite par la différence de température du réservoir et de la boule augmentait la quantité du liquide dans celle-ci à mesure que la compression devenait elle-même plus grande. Si, au lieu d'air, ils eussent employé une colonne d'huile ou d'une substance analogue pour transmettre la compression, il est hors de doute qu'ils auraient reconnu la compressibilité de l'eau.

Une autre expérience qu'ils firent avec un appareil semblable à celui de Mariotte et en employant une co-

lonne de mercure de vingt-quatre pieds de hauteur comme moyen de compression, ne leur ayant pas donné de résultat plus positif, ils remplirent entièrement d'eau une sphère creuse d'argent, et après l'avoir fermée hermétiquement, ils la soumirent à une pression violente.

Le volume de la sphère diminuant à mesure qu'elle se déformait, ils virent l'eau suinter à travers les pores de l'enveloppe métallique, et paraître en gouttes à sa surface extérieure.

Ils supposèrent, d'après ces expériences, non pas que l'eau fût incompressible, mais que sa compressibilité ne pouvait être rendue sensible par la voie de l'expérience, et cette opinion fut généralement adoptée.

En 1761, un physicien exact, John Canton, reprit cette question importante. Ayant d'abord reconnu la compressibilité de l'eau, il entreprit des expériences fort précises pour la mesurer.

Le travail de Canton ne se borna pas à l'eau seulement. Dans un second Memoire qu'il présenta bientôt après, il fit voir que plusieurs autres liquides avaient, comme l'eau, la propriété d'être compressibles. Sa méthode d'expérience, qui depuis a été perfectionnée par M. Œrsted, consiste à comprimer les liquides dans des appareils semblables à des thermomètres, formés d'une boule d'une grande capacité, surmontée d'un tuyau capillaire ouvert par le haut. Pour déterminer les volumes relatifs de la boule et du tube capillaire, on les remplit séparément de mercure et l'on en prend les poids. Connaissant ainsi le rapport du volume de la boule à celui du tube cylindrique capillaire, on marque sur celui-ci

des degrés égaux ; chaque portion du tube correspondant à un de ces degrés est alors une très-petite fraction connue du volume de la boule. Si l'on comprime le liquide contenu dans ce tube capillaire, la compression se communiquera à toute la masse du liquide contenu dans l'appareil ; et s'il est réellement susceptible de contraction, on verra diminuer la hauteur de la colonne de ce liquide contenu dans le tube, et l'on pourra mesurer cette diminution de volume à l'aide de la graduation marquée sur ce tube ; mais si la compression ne s'exerçait que dans l'intérieur de cet appareil, elle dilaterait la boule et augmenterait sa capacité. Pour prévenir cet inconvénient, Canton plaçait son appareil sous un récipient, dans lequel il augmentait ou diminuait la pression atmosphérique, en ayant soin de plonger la boule dans l'eau pour éviter les changemens de température qui accompagnent la compression de l'air. L'extrémité du tuyau capillaire restant ouverte, la boule se trouvait alors également pressée en dedans et en dehors, et par conséquent ne pouvait changer de volume ; de sorte que la dépression du liquide dans le tube donnait la mesure exacte de sa condensation.

Quoique ces expériences eussent été faites avec soin, on n'y ajoutait point toute la foi qu'elles méritaient, lorsque les expériences célèbres de M. Perkins et celles encore plus exactes de M. OErsted rappelèrent l'attention des physiciens sur ce sujet intéressant. Les expériences du premier se sont étendues jusqu'à des compressions équivalentes au poids de plusieurs centaines d'atmosphères ; mais ses résultats peuvent avoir été influencés par deux causes d'erreur, la pénétration des vases mé-

talliques, dont il se servait, par l'eau qui y était renfermée, et la difficulté d'estimer au juste par sa méthode le nombre des atmosphères. Aussi les expériences de M. OErsted paraissent mériter plus de confiance, à raison des précautions qu'il a prises ; mais cet habile physicien n'a opéré que sur l'eau à une même température, sans excéder une compression de six atmosphères. Il restait à essayer des compressions plus fortes, non-seulement sur l'eau, mais encore sur plusieurs autres liquides de différentes densités, à observer pour chacun d'eux l'influence de la température sur la compressibilité, et à reconnaître s'il y a de la chaleur dégagée par leur compression. Les expériences de Canton n'ayant pas été faites au-delà de trois atmosphères, n'étaient pas assez étendues pour être à l'abri des erreurs d'observation. La loi importante de la condensation des liquides proportionnelle au nombre des atmosphères comprimantes, demandait surtout à être vérifiée sur des liquides plus compressibles que l'eau, et avec des forces supérieures à celles que Canton et OErsted avaient employées. Il fallait encore avoir égard à la petite contraction qu'éprouve l'enveloppe de verre dans laquelle le liquide est comprimé.

MÉTHODE D'EXPÉRIENCE.

L'appareil dont nous nous sommes servis pour déterminer la compressibilité des liquides se compose de deux parties distinctes, dont l'une mesure la diminution de volume du liquide soumis à une certaine pression, tandis que l'autre détermine la grandeur de cette

compression. C'est en effet de l'observation exacte et simultanée de ces deux quantités que dépend toute la précision des résultats. Pour que chacun puisse apprécier le degré de confiance que méritent nos mesures, nous croyons devoir donner d'abord la description détaillée des parties de notre appareil, et indiquer en même temps les causes d'erreur qui pouvaient influer sur les résultats.

La méthode de Canton, perfectionnée par Œrsted, est celle que nous avons adoptée pour nos expériences de compression. Elle consiste, ainsi que nous l'avons indiqué, à renfermer les liquides dans des instrumens que nous désignons, pour abréger, sous le nom de *piézomètres*, et qui sont semblables pour la forme à de gros thermomètres ouverts par le haut. Ils ont été construits de la manière suivante. Après avoir choisi sur un très-grand nombre de tubes capillaires longs d'environ un mètre, ceux qui pouvaient être regardés comme exactement cylindriques sur une longueur de deux ou trois décimètres, nous les avons divisés, au moyen d'une colonne mobile de mercure, en trois ou quatre parties égales en volume, de manière qu'une de ces divisions fût comprise dans la partie cylindrique.

Nous avons ensuite soudé à l'une de leurs extrémités un long réservoir cylindrique *rs* terminé en *s* par une pointe fine et ouvert en cet endroit. Nous avons déterminé par de petites pesées très-exactes le rapport du volume du réservoir à celui de la division cylindrique du tube capillaire. Pour cela, nous remplissions d'abord le réservoir de mercure jusqu'à la première divi-

sion du tube, puis, vidant ce mercure dans une petite coupe, nous en prenions le poids ; c'est à faciliter cette opération que servait la pointe ouverte *s* du réservoir.

Pour déterminer le volume de la division cylindrique, on introduisait d'abord dans le tube capillaire une colonne de mercure d'une longueur égale à celle de quatre divisions égales en volume. On pesait ensuite ce mercure dans une balance très-sensible. Le quart de son poids faisait connaître avec beaucoup de précision le volume de la portion cylindrique, et par conséquent on avait aussi le rapport de ce volume à celui du réservoir.

On fixait ensuite une échelle graduée en demi-millimètres à cette division; elle se trouvait ainsi partagée en un très-grand nombre de petites parties égales en capacité, et l'on connaissait de plus le rapport de leur volume à celui du réservoir.

On remplissait le piézomètre du liquide à comprimer jusqu'à la première division cylindrique inclusivement, et l'on fermait l'extrémité *s* du réservoir qui avait servi à le remplir.

Il semble qu'il y aurait un grand avantage à augmenter beaucoup la capacité du réservoir du piézomètre; mais il est un terme au-delà duquel la contraction totale du liquide soumis à une certaine compression dépasserait la longueur de l'échelle et celle de la portion cylindrique du tube capillaire. Il est très-rare de trouver des tubes qui puissent être considérés comme cylindriques sur une longueur de plus de 4 décimètres.

Canton et M. OErsted se sont servis d'un index de

mercure pour suivre les mouvemens de la colonne de liquide. Nous avons reconnu que ce moyen entraîne de graves inconvéniens, et nous l'avons supprimé tout-à-fait, nous contentant d'observer l'extrémité même du liquide après avoir mis un petit tube plein d'air à l'extrémité du piézomètre, de manière que le liquide qu'il renfermait ne fût jamais atteint par celui du dehors. Pour les liquides tels que l'acide sulfurique et nitrique concentrés, qui attirent l'humidité, nous avons introduit dans la colonne capillaire un petit index de carbure de soufre. Ce changement a suffi pour donner à nos expériences une régularité que nous n'avions pu obtenir auparavant. On en concevra aisément la raison, si l'on fait attention à la difficulté qu'éprouve le mercure à se mouvoir dans les tubes capillaires; en effet, si l'on introduit une goutte de mercure dans un tube capillaire de verre fixé horizontalement, une différence de pression d'un ou de deux centimètres de mercure sera souvent insuffisante pour la faire mouvoir, ou bien son mouvement se fera par secousses au lieu d'être uniforme et continu.

Quand on emploie un index de mercure, il y a donc presque toujours une différence entre la contraction observée et celle qu'éprouve le liquide du piézomètre. De plus, comme la pression intérieure n'est plus égale à la pression extérieure, les parois se déforment; et quelque faible que soit cette influence, elle suffit pour altérer les résultats d'expériences aussi délicates. Il est d'ailleurs des liquides qui divisent cet index en petits globules; et dans les compressions rapides, sa vitesse acquise lui fait dépasser le point qu'il devrait atteindre.

Il ne faut pas croire enfin que cet index empêche le liquide de s'attacher aux parois du tube.

Le piézomètre ainsi préparé, se place dans un gros cylindre de verre *CC*, fig. 2, long de 12 décimètres et fort épais, fermé à un bout, muni à l'autre d'une virole en cuivre, à laquelle se visse une pompe de compression. A côté de ce piézomètre est un thermomètre. L'extrémité fermée *C* du cylindre de verre qui contenait le réservoir et la boule du thermomètre, était renfermée dans une caisse métallique, ayant 50 décimètres cubes et pleine d'eau. Nous avons préféré l'eau à toute autre substance à cause de sa grande chaleur spécifique. Pour les expériences faites à des températures un peu élevées, nous placions cette première caisse dans une seconde plus grande, et nous remplissions de sable l'intervalle de ces deux caisses. Cet appareil présentait ainsi une masse assez considérable pour maintenir le cylindre à une température fixe pendant tout le temps nécessaire aux expériences. Le cylindre pouvait à volonté s'abaisser ou s'élever un peu du côté de la caisse, selon qu'on voulait opérer à une température inférieure ou supérieure à celle de la chambre.

Outre la variation de température, il est encore trois causes qui pouvaient altérer les indications du piézomètre, savoir, l'adhérence du liquide aux parois, la diminution de pression due au frottement de la colonne capillaire, enfin la petite quantité d'air qui reste adhérent aux parois du verre.

On remédie aux deux premières en comparant les résultats donnés par des compressions croissantes et par

des compressions décroissantes, et à la dernière en faisant bouillir le liquide dans le piézomètre et employant des compressions élevées.

1re Expérience. *Loi de la contraction des liquides par des compressions croissantes.*

Avant d'entrer dans le détail des expériences comparatives sur les différens liquides, nous avons jugé important de déterminer par une expérience préliminaire faite avec un très-grand soin, si les liquides sont assujettis à une loi générale de compression, au moyen de laquelle on puisse prévoir les résultats de l'expérience, et conclure de la mesure de la condensation obervée pour une pression d'un petit nombre d'atmosphères, celle qui serait produite par une pression quelconque.

Cette recherche exigeant beaucoup de précision dans la mesure de la pression, et surtout dans les compressions élevées, nous avons eu recours pour cette mesure à l'élévation du mercure dans un tube barométrique, formé de plusieurs parties soudées ensemble, et formant une longueur totale de 12 mètres et 3 décim. L'extrémité inférieure de cet assemblage de tubes pénétrait dans une caisse de tôle ayant un décimètre de côté et pleine de mercure. Cette caisse communiquait directement avec le cylindre contenant le piézomètre au moyen d'un tube métallique. Le piston de notre pompe de compression ayant 27 millimètres de diamètre et 625 millim. de cours, nous suffisait pour faire monter le mercure jusqu'au sommet de cette colonne, dont les tubes avaient 5 millim. de diamètre. On a eu soin de

[redacted]

corriger les résultats de l'abaissement du mercure dans la caisse de tôle, d'après le rapport de son diamètre à celui du tube. Le piézomètre dont nous nous sommes servis pour cette expérience, avait un tube parfaitement cylindrique sur une longueur de 47 centimètres. L'échelle qui y était adaptée, divisée en demi-millimètres, était assez nette pour qu'on pût en prendre les quarts.

L'expérience devant durer pendant un temps assez long, nous avons opéré à la température de 0°, afin d'avoir une température constante pendant toute l'expérience.

Voici les résultats que nous avons obtenus sur l'eau distillée et privée d'air par l'ébullition :

Eau distillée à 0°.

Nombre des atmosphères.	Demi-millimètres sur l'échelle.	
	Compressions croissantes.	Décroissantes en retour.
1.	42	42
2.	112	115
3.	179	
4.	248	250
5.	316	319
6.	381	384
7.	447	
8.	510	714
9.	576	
10.	640	645
11.	704	
12.	771	774
13.	836	
14.	900	902
15.	967	

Les irrégularités de ces nombres nous ont paru tenir au frottement de la colonne liquide dans le tube capillaire, ainsi que le prouvent les expériences de retour, qui ont toujours donné des contractions un peu plus fortes que celles qui ont été produites par des compressions croissantes. Il est impossible, malgré toutes ces irrégularités, de ne pas reconnaître que la compressibilité est toujours la même pour chaque accroissement d'une atmosphère. Les deux premiers nombres semblent, il est vrai, donner une contraction un peu plus forte; mais cette différence peut provenir d'une très-petite quantité d'air restée adhérente aux parois du piézomètre.

Cette expérience nous fit d'abord présumer que les liquides devaient suivre dans leurs contractions une loi analogue à celle qu'on a remarquée pour les corps solides qui s'allongent de quantités égales pour des accroissemens égaux de traction. Mais dans une expérience semblable faite sur l'éther sulfurique, il nous fut impossible de méconnaître une diminution très-sensible de contraction pour des atmosphères croissantes. Les nombres obtenus pour l'éther sulfurique s'étant trouvés les mêmes que ceux auxquels nous sommes parvenus par la méthode qui nous a servi dans nos expériences comparatives, nous en renverrons le tableau ainsi que la discussion à l'article de l'alcool et de l'éther sulfurique, afin de rapprocher ces nombres de ceux qui ont été trouvés pour les autres li-

Mesure de la Contraction du verre.

Nous avons dit que les liquides dont nous voulions mesurer la compressibilité, étaient contenus dans des appareils en verre ouverts à une extrémité, de manière que la compression se communiquait également à l'intérieur et à l'extérieur, et que tous les points de sa surface supportaient des pressions égales. Cette pression devait par conséquent contracter cette enveloppe et diminuer le volume du réservoir.

Cette conclusion suppose qu'un corps plongé dans un liquide soumis à une certaine pression, subit sur chacune de ses dimensions une contraction proportionelle à leur grandeur, et diminue de volume en conservant toujours une forme exactement semblable à sa forme primitive. Quoique ce principe n'ait pas été démontré par expérience, il n'en est pas moins certain, et l'on peut s'en convaincre en divisant par la pensée le corps en une infinité de petits cubes qui supportent tous une même pression. Soit en effet un corps solide, que pour plus de simplicité nous supposerons rectangulaire, divisé en tranches infiniment minces, perpendiculaires à sa longueur. Les deux tranches extrêmes se trouvant pressées en sens contraires, se rapprochent l'une de l'autre, et ne peuvent s'arrêter qu'autant que la réaction des secondes tranches sur ces premières est précisément égale à la pression exercée sur leurs faces extrêmes. Or, en vertu du principe d'égalité de l'action et de la réaction, les secondes tranches supportent sur leur face contiguë aux premières tranches une pression égale à celle que supportait celles-ci. Cet effet se propage ainsi

jusqu'au centre, de sorte que chaque tranche supporte une pression égale à celle qu'éprouvent les deux tranches extrêmes.

Le même raisonnement s'appliquant aux autres dimensions, on voit que le corps se trouve divisé en un grand nombre de petits cubes qui supporteront tous une pression égale sur chacune de leurs faces, et que, par conséquent, le corps comprimé conservera une forme semblable à celle qu'il avait avant la compression.

Lors donc qu'on observe l'effet de la compression sur un liquide contenu dans une enveloppe de verre, la contraction observée sur ce liquide n'est que la différence des diminutions de volume du liquide et d'un volume de verre égal au sien. Par conséquent, pour avoir la compressibilité absolue du liquide, il faut connaître exactement celle du verre et l'ajouter à la contraction observée.

La mesure des allongemens des solides par la traction des poids, est sujette à de grandes difficultés expérimentales; cette mesure ne peut pas être multipliée aussi facilement que pour les liquides; on ne peut observer que leur allongement ou raccourcissement linéaire, tandis que, pour les liquides, on observe une contraction cubique. Pour les solides, il faut donc mesurer des allongemens d'une extrême petitesse, et éviter tout changement de température, car, dans ces corps, il faut une pression moyenne de plus de 10 atmosphères pour opérer une contraction égale à celle que produirait un abaissement de température d'un seul degré. Voici la disposition que nous avons adoptée pour cette mesure. Nous avons pris une baguette

de verre parfaitement droite, longue d'un peu plus d'un mètre, et nous l'avons suspendue solidement par une de ses extrémités. A l'autre bout était attaché le fléau d'une balance qui recevait les poids destinés à produire la traction.

Un peu au-dessus de cette dernière extrémité était fixée une pointe très-fine destinée à glisser sur une division micrométrique. Afin que cette division fût toujours à une distance rigoureusement la même de l'extrémité supérieure, nous avons introduit la baguette dans un tube de verre, et nous avons soudé celui-ci à la partie supérieure de la baguette. Puis à l'extrémité inférieure de ce tube, nous avons fixé avec de la cire une petite plaque de verre, sur laquelle était un millimètre divisé en 100 parties. C'est sur cette division que glissait la pointe fixe de la baguette de verre, à mesure que cette baguette s'allongeait par la traction des poids suspendus, et nous observions, au moyen d'un fort microscope, la quantité de cet allongement. Comme la baguette et le tube étaient indépendans l'un de l'autre dans toute leur longueur à partir du point où ils étaient soudés, l'allongement de la baguette de verre ne pouvait altérer la longueur du tube. La division micrométrique se trouvait donc toujours à une distance rigoureusement la même du point de soudure. C'est cette distance qui était exactement de la longueur d'un mètre. Un écran de bois séparait l'observateur du reste de l'appareil, et prévenait l'effet du changement de température. La difficulté d'observer à la fois avec un grossissement très-fort les divisions du millimètre et l'extrémité de la pointe laissant quelque incertitude dans les résultats, nous avons

repris cette mesure en multipliant l'allongement par le moyen d'un double levier à bras très-inégaux. (*V.* la planche, fig. 2.) Ces deux leviers reposaient sur deux petites lames tranchantes, soudées au tube. Deux petits appendices latéraux, fixés à la baguette, appuyaient sur les extrémités de ces leviers, tandis que l'autre extrémité, étirée en pointe très-fine, se mouvait sur une division verticale où on l'observait à la loupe. La distance du point d'appui à l'extrémité de cette pointe étant de 4 décimètres, tandis que celle du point d'appui au point de contact du levier et de la baguette n'était que d'environ 5 millimètres, l'allongement de la baguette produisait un mouvement quatre-vingts fois plus grand à l'extrémité du levier. Nous avons mis un double levier dans deux directions opposées, pour prendre la moyenne de leurs indications, parce qu'il arrivait, dans quelques cas, que la baguette s'approchait d'un côté du tube par l'effet de la traction. Cette variation étant fort petite, la double observation corrigeait suffisamment l'erreur qui en pouvait résulter.

La moyenne des résultats obtenus par ces deux méthodes nous a donné un allongement linéaire d'environ $\frac{6}{100}$ de millimètre, pour un poids de 8 kilogrammes. Or, la section moyenne de la baguette étant de 13,3 millimètres carrés, il fallait, pour produire une traction équivalente à une atmosphère, un poids égal à celui d'un cylindre de mercure haut de 760 millimètres et ayant une base de 13,3 millim. carrés. Le poids d'un pareil cylindre est de 138,3 grammes. Par conséquent, les 8 kilog. produisaient une traction équivalente à 57 atmosphères. En divisant l'allongement

observé, savoir $\frac{6}{100}$ de millim. par 57, on trouve que pour une atmosphère, l'allongement de la baguette de verre d'un mètre de longueur est de 11 dix millionièmes; une pression égale raccourcirait cette baguette de la même quantité. Si donc une masse de verre se trouve soumise à une pression d'une atmosphère, chacune de ses dimensions sera diminuée de ses 11 dix millionièmes; et la diminution du volume, qui est triple de la contraction linéaire, sera de 33 dix millionièmes.

La compressibilité du verre ayant été ainsi déterminée, nous avons pu continuer nos recherches sur celle des liquides. La disposition que nous avions d'abord employée pour mesurer le nombre des atmosphères, était sujette à beaucoup de difficultés. Il arrivait de fréquens accidens occasionés par l'élévation du mercure dans cette longue suite de tubes de verre soudés les uns aux autres; la nécessité de s'élever à la hauteur du mercure pour la mesurer, prolongeait la durée de l'expérience; il était surtout difficile de maintenir à une température constante cette colonne de mercure placée dans un lieu exposé aux variations de température de l'air atmosphérique. La facilité doit être comptée pour beaucoup dans le choix des moyens d'expérience : en permettant de répéter plus souvent les observations, elle donne la sécurité nécessaire pour des expériences délicates.

Ayant déterminé avec soin la compressibilité de l'eau et de l'éther sulfurique, nous avions surtout en vue de faire des expériences comparables sur les différens liquides. Dans cette recherche, nous nous sommes servis d'un manomètre à air, pour mesurer la force de com-

pression ; mais nous l'avons disposé de manière que ses indications fussent toujours comparables et aussi identiques que possible.

Dans quelques expériences préliminaires, nous avions placé ce manomètre dans le cylindre horizontal. De cette manière, la compression indiquée par le manomètre était exactement égale à celle que supportait le liquide du piézomètre. Mais cette méthode est impraticable dans une longue suite d'expériences. L'intérieur du tube se mouille bientôt par l'effet de la compression, et alors son index de mercure se divise en plusieurs fragmens. De plus, comme le cylindre doit être porté à des températures très-diverses, mais seulement dans une partie de sa longueur, le manomètre aurait varié sans cesse. Il aurait fallu le raccourcir beaucoup, et alors ce moyen n'aurait plus été exact.

Pour éviter ces inconvéniens, nous avons placé le manomètre dans un second cylindre de verre à part (1), situé verticalement et communiquant au premier par un canon de fer recourbé. (*V.* la planche, fig. 1.)

La compression se transmettait ainsi à l'eau contenue dans le cylindre vertical, au mercure qui en remplissait

(1) Le manomètre renfermé dans ce cylindre vertical était composé de trois parties de diamètres très-différens, de manière que, même dans les hautes pressions, les atmosphères consécutives différaient de plusieurs degrés. Ainsi, par exemple, la distance des deux points, correspondans sur l'échelle à 18 et à 24 atmosphères, était divisée en 204 parties, et chacune de celles-ci étant plus grande que 2 millimètres, on pouvait en prendre facilement le quart.

la partie inférieure et sur la surface duquel reposait notre manomètre. Mais si l'on se fût borné à observer les indications de celui-ci, les pressions observées n'auraient point correspondu à celles supportées par le liquide du piézomètre, à cause de la différence de niveau du tube capillaire de ce piézomètre et de la surface du mercure que remplissait en partie le cylindre vertical. Il est vrai qu'on aurait pu en tenir compte en mesurant exactement cette différence de niveau; mais comme cette observation peut elle-même être sujette à erreur, nous avons préféré déterminer directement par l'expérience, chaque hauteur du mercure correspondante à un accroissement de pression d'un nombre déterminé d'atmosphères pour le liquide contenu dans le piézomètre.

Pour cela, nous avons mis à la place de ce piézomètre et dans le cylindre horizontal, un autre manomètre composé de trois tubes soudés et recourbés, de manière que sa longueur totale était d'environ 3 mètres. Outre cela, le dernier de ces tubes avait un diamètre moitié, en sorte que sa capacité n'était que $\frac{1}{8}$ du volume total. Après l'avoir divisé avec un soin extrême en parties proportionnelles, nous nous en sommes servis pour la graduation du manomètre vertical. Le piézomètre se trouvant ensuite dans la même position que le tube gradué, il est évident qu'en ramenant le manomètre vertical aux mêmes points, le liquide du piézomètre est comprimé par un nombre connu d'atmosphères. Cette manière directe de les mesurer avait un autre avantage, celui d'indiquer si le frottement du liquide ou quelque autre cause pouvait influer sur les compressions.

Il n'y avait plus que les variations de température de l'air contenu dans ce manomètre qui pussent avoir une influence sensible sur ses indications, et ces variations nous étaient annoncées par deux petits thermomètres logés dans le cylindre vertical. On avait toujours soin d'en tenir compte. Toutes nos expériences ont été ramenées à une température uniforme. On voit que par ce moyen nous avons pu trouver des résultats parfaitement comparables pour les différens liquides, et que, même en supposant une légère erreur dans la graduation du manomètre, cette erreur, se trouvant la même pour tous les liquides, devenait tout-à-fait sans conséquence dans la comparaison des résultats.

On pourrait croire que les variations de température causées par les changemens de volume du gaz du manomètre, devraient altérer les indications de celui-ci; mais il faut remarquer que ce manomètre se trouvant amplement environné d'eau, ses parois absorbent et transmettent immédiatement la petite quantité de chaleur dégagée par la compression, d'autant mieux que nos compressions n'étaient jamais instantanées, mais toujours assez lentes pour éviter les ruptures de la colonne du liquide dans le tube capillaire.

L'expérience nous a convaincus du peu d'influence de cette élévation de température du gaz. En effet, en faisant monter rapidement le manomètre à une certaine hauteur déterminée, en l'y maintenant exactement, et observant en même temps avec soin la contraction correspondante du liquide, si le ressort de l'air du manomètre avait éprouvé une variation sensible par un accroissement de température, nous aurions vu diminuer

la contraction du liquide, puisque l'effort nécessaire pour maintenir le mercure du manomètre à la même hauteur, aurait été moindre à mesure que l'équilibre de température se serait rétabli. Or, nous avons toujours observé un effet précisément contraire, c'est-à-dire que le liquide exige toujours un certain temps pour parvenir à son vrai point de contraction.

La condition la plus difficile à remplir dans les expériences de compressibilité se rapporte, comme nous l'avons dit, aux variations de température. En effet, pour le plus grand nombre des liquides, des compressions de 10 à 15 atmosphères ne produisent qu'une contraction à peine équivalente à celle produite par un abaissement de température d'un degré.

C'est pour avoir un tableau des compressiblités des liquides indépendant de ces variations, que nous avons pris tous nos liquides à la température de la glace fondante. Ce terme est fixe, toujours le même, et le plus facile à obtenir.

Après avoir introduit et ajusté le piézomètre dans le tube, on commence à faire une série de compressions croissantes depuis 1 jusqu'à 24 atmosphères ; après quoi l'on fait une série semblable de compressions décroissantes. On trouve par ce moyen l'influence du frottement de la colonne de liquide contre les parois du tube ; cet effet, sans être considérable, est cependant sensible, surtout pour des tubes d'un très-petit diamètre.

Voici le tableau des résultats obtenus pour le mercure, l'eau, l'alcool, l'éther sulfurique, le carbure de soufre, l'éther nitrique, l'acide sulfurique, l'acide nitrique, l'eau chargée d'ammoniaque, l'acide acétique,

l'éther acétique, l'essence de thérébentine, l'alcool et différentes espèces d'eaux :

Mercure à o°.

Atmosphères.	Compressions.
1	242,5
3	246
6	250,8
9	254
12	257
15	260
18	263
21	266
24	269,2
30	275
Retour.	
24	270
20	266
14	259,6
9	255
2	245,2
$1\frac{1}{2}$	244

Expériences sur le Mercure à o°.

La compressibilité du mercure devait être observée avec soin, à cause de sa grande densité. Nos expériences, poussées jusqu'à 30 atmosphères, nous ont donné des résultats très-réguliers, excepté pour les 4 ou 5 premières atmosphères. Le manomètre qui a servi pour cette série d'expériences avait été fermé (1); le baromètre étant à 0^m, 706 et le thermomètre à 9° c.

(1) Pour cette expérience, le manomètre était un tube divisé placé dans le cylindre horizontal, cette expérience

Atmosphères	Degrés de l'échelle.
1	242,5
2	244,8
3	246
4	248
5	249,6
6	250,8
8	253
10	255,1
12	257
14	259
16	260,9
18	263
20	265
22	267
24	269,1
30	275
Retour.	
24	270
20	265,9
14	259,7
10	256
2	245,2

A partir de la 8e atmosphère, on a exactement 1 degré pour contraction moyenne du mercure, par chaque atmosphère de 0^{m},706 à la température de 9° c. Le volume primitif contenant 622,440 de ces degrés, la

ayant été faite avant que ce manomètre eût été placé dans un cylindre vertical et séparé.

contraction est donc $\frac{1}{[illegible]}$ du volume primitif. On en conclut que la contraction pour l'atmosphère de $0^{m},76$ est égale à 1,73 millionièmes. Il n'y a point de correction à faire quant à la température du manomètre, qui était alors de 9° En ajoutant 3,3 pour le verre, on trouve 5,03 pour la contraction réelle du mercure. Mais il est à remarquer que ces premières atmosphères même jusqu'à 7 donnent un résultat plus fort. La compressibilité est presque double pour les 3 premières atmosphères. La constance des résultats suivans poussés jusqu'à 30 atmosphères, ne permet pas d'attribuer cette différence à une diminution de compressibilité du mercure. Il est une autre cause plus probable, c'est la difficulté de purger complètement d'air une quantité de mercure aussi considérable que celle qui est contenue dans le piézomètre. Ces bulles, vu la loi de condensation des gaz, doivent influer sur les résultats de nos premières compressions; mais bientôt après leur volume est assez diminué pour que les résultats n'en soient plus altérés.

Les Expériences de Canton portées jusqu'à 3 atmosphères, lui ont donné 3 millionièmes pour la compressibilité du mercure. La même cause que nous venons de signaler avait influencé ses résultats. Nos premières compressions jusqu'à 4 ou 5 atmosphères, donnent environ 3 millionièmes. C'est une preuve manifeste de la nécessité d'employer des moyens de compression plus puissans que ceux dont ce physicien s'était servi.

[redacted]

Expériences sur l'Eau distillée et privée d'air par l'ébullition, à 0°. Volume primitif = 237,300.

Therm. du manom. à 10°

Atmosph. de $0^m,7466$.	Degrés de l'échelle.	Contractions pour 1 atmosph.
1	211	12
2	223	11 $\frac{1}{8}$
4	245 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{3}{8}$
6	268	11 $\frac{1}{10}$
8	290 $\frac{1}{5}$	12
10	214 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{8}$
12	335 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{4}$
16	380	11 $\frac{1}{4}$
18	403 $\frac{1}{3}$	11 $\frac{1}{2}$
20	425,5	11 $\frac{1}{5}$
24	470,5	11 $\frac{1}{4}$

La contraction moyenne est égale à 11 $\frac{1}{4}$. En la réduisant en millionièmes pour une atmosphère de 0^m 76 de mercure à 10°, on obtient 48 millioniėmes.

La contraction absolue = 51, 3 millioniėmes.

Expériences sur l'Eau non privée d'air.

Presque toutes les expériences faites jusqu'ici sur la compressibilité de l'eau ont été faites sur de l'eau privée d'air par l'ébullition. Mais l'eau pouvant à la température et à la pression ordinaire dissoudre plus de la 25ᵉ partie de son volume d'air atmosphérique, il importait de savoir qu'elle influence pouvait en résulter sur la compressibilité. Cette recherche était nécessaire

[redacted]

pour le calcul de la vitesse du son dans l'eau. Mais, pour cette détermination, il fallait remplir un piézomètre d'eau sans y faire de vide et sans élever la température de cette eau, et chasser cependant la couche d'air adhérente aux parois du piézomètre. Voici comment nous y sommes parvenus.

Nous avons dit que les réservoirs de nos piézomètres étaient terminés en pointe effilée. Cette pointe étant ouverte, on plonge le piézomètre dans l'eau; celle-ci s'y introduit par la pointe; on n'en laisse d'abord entrer qu'une petite quantité, et on l'y fait bouillir pour chasser tout l'air adhérent aux parois; on vide cette eau; puis, replongeant le piézomètre dans l'eau non privée d'air, il se remplit de cette eau, sans que celle-ci perde l'air qu'elle contient. On ferme ensuite à la lampe la pointe ouverte du réservoir, et la chaleur de la main suffit pour en faire sortir les bulles d'air qu'il pourrait contenir encore.

Tableau des Contractions de l'eau non privée d'air, à 0°.

Atmosph.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contraction pour 1 atmosph.
1	675 $\frac{1}{2}$			
3	653	2	22 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{4}$
4	642 $\frac{1}{4}$	1	10 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{3}{4}$
6	621 $\frac{1}{2}$	2	20 $\frac{3}{4}$	10 $\frac{3}{8}$
8	599	2	22 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{4}$
12	555	4	44	11
18	489 $\frac{1}{2}$	6	65 $\frac{1}{2}$	10
24	423	6	66 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{12}$

Ce tableau nous fournit la même observation que le précédent, c'est-à-dire que les contractions sont constantes pour des accroissemens égaux de pression. Mais la valeur absolue de la compressibilité pour une atmosphère n'est plus la même qu'auparavant. Elle est moindre que pour de l'eau privée d'air, en sorte que l'eau qui contient de l'air en dissolution est moins compressible que celle qui en est privée. Nous avons aussi vérifié ce résultat à la température de $+4°$. Les rapports de compressibilité ont été les mêmes. Cette diminution de compressibilité de l'eau qui contient de l'air en dissolution, sert à confirmer ce que l'on savait déjà, c'est que cet air n'y est point contenu à l'état de simple mélange, mais qu'il y est retenu par une véritable combinaison chimique.

La différence des résultats obtenus par divers physiciens sur la compressibilité moyenne de l'eau, nous paraît provenir en partie de ce qu'ils auront opéré sur de l'eau plus ou moins bien privée d'air. Il ne suffit point, en effet, d'une seule ébullition pour dégager tout l'air contenu dans l'eau, il s'en dégage à la troisième et à la quatrième.

Avant de terminer ce que nous avions à dire sur ce liquide, nous ferons observer que Canton ayant mesuré la compressibilité de l'eau non privée d'air, dit (*Tans. Philos.* pour 1764) que sa compressibilité était la même que celle de l'eau privée d'air; sans doute les faibles compressions qu'il employait ne lui auront pas permis d'apercevoir cette différence.

Ces expériences ont été faites dans un piézomètre pour lequel le poids d'un volume de mercure remplissant le

réservoir était de 271,530 milligrammes ; le tube capillaire était divisé en quatre parties d'égales capacités, et le poids d'une colonne de mercure occupant ces 4 divisions, était de 1578,5 milligrammes. La 2ᵉ division qui était exactement cylindrique, avait 344 demi-millimètres de longueur.

En comparant le poids du réservoir avec celui des 4 divisions du tube capillaire, on trouve par le calcul que le volume du réservoir était équivalent à 236,736 des parties égales en capacité de la division cylindrique du tube capillaire correspondantes aux 344 millimètres que comprend sa longueur.

Le liquide, au commencement de l'expérience, remplissait le réservoir et une portion du tube capillaire longue de 680 millimètres. En les ajoutant au volume du réservoir que nous venons d'évaluer, on trouve que le volume primitif du liquide était égal à 237,416 des petits degrés du tube capillaire.

En comprimant le liquide, nous avons trouvé sa contraction moyenne pour chaque atmosphère égale à 11° du tube; ce qui fait $\frac{11}{237,416}$ du volume primitif, ou a à très-peu près 46,4 millioniémes. Telle est la contraction observée pour une atmosphère de $0^m,7466$ de mercure, l'air du manomètre étant à la température de $10^{\circ}\frac{1}{4}$. Il faut maintenant avoir la contraction pour une atmosphère de $0^m,76$ de mercure à la température de 10°.

Le manomètre ayant été fixé à la température de 10°, chaque atmosphère se trouve augmentée par l'accroissement de température de $\frac{1}{4}$ de degré, de $\frac{\frac{1}{4}}{100}$ ou $\frac{1}{954}$. Il

faut donc diminuer la contraction observée de sa 954e partie, pour avoir la contraction produite par une atmosphère à 10° ; on trouve pour celle-ci 46,35.

La contraction pour une atmosphère, à 10°, de $0^m,7466$ de mercure, étant 46,35 millionièmes, on en conclut que la contraction produite par 1 atm. de $0^m,76$ à 10°, est égale à environ 47,2 millionièmes du volume primitif.

Mais ce n'est là que la contraction apparente. Il faut lui ajouter, pour avoir la contraction réelle, la contraction cubique du verre que nous avons évaluée à 3,3. On obtient ainsi 49,5 millionièmes pour la condensation réelle du liquide soumis à une pression d'une atmosphère de $0^m,76$ de mercure à 10°.

Expériences sur l'Alcool.

La contraction de l'alcool n'est pas aussi facile à observer que celle de l'eau. L'adhérence de ce liquide aux parois du tube capillaire l'empêche de prendre immédiatement le volume définitif auquel il tend à parvenir, et occasione souvent des dérangemens dans l'extrémité de cette colonne. On corrige en partie cet effet, en mettant plus de temps à opérer les compressions et en maintenant le mercure du manomètre au même point, jusqu'à ce que la colonne de liquide paraisse parfaitement immobile. Mais ce n'est qu'en répétant quelquefois l'expérience pour prendre une moyenne, et surtout en corrigeant la série obtenue par des compressions croissantes en la comparant avec la série décroissante, qu'on peut parvenir à un résultat

nal exact. Il importe surtout de pousser la compres-
on assez loin pour que le nombre des atmosphères
ompense les erreurs qui pourraient encore se trouver
ans les observations.

Voici la plus régulière de trois séries d'expériences
ites sur l'alcool :

lcool à 11°,6. *Volume primitif* = 152 660 *degrés du tube capillaire.*

Therm. du manom. 7° ½.

Atmosph.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
1	202	2	27,7	13,85
3	235,7	3	39,8	13,2
6	275,5	6	80	13,6
12	355,5	6	78,5	13,2
18	434	6	77	12,8
24	511			

Retour.

24	511	6	76,5	12,8
18	434,5	6	78,5	13,1
12	356	6	79	13,19
6	277	3	41	13,6
3	236	2	27,5	13,75
1	208,5			

Les nombres de cette série, surtout ceux du retour
qui sont réguliers, indiquent une diminution sensible

de compressibilité pour des accroissemens égaux de pression. On voit que les contractions les plus fortes sont aux contractions les plus faibles comme 138 : 128.

On trouve, en prenant des moyennes, que la contraction est 13,80 pour la 2e atmosphère, 13,40 pour la 9e et 12,75 pour la 21e. On en conclut que les contractions pour la 2e, la 9e et la 21e atmosphère sont égales respectivement à 92,87, 90,24 et 85,86 millioniémes, les atmosphères étant de 0^m,76 de mercure et ramenées à la température de 10°. On voit par là que la compressibilité diminue d'environ $\frac{1}{30}$ pour chaque atmosphère de plus.

Pour avoir la compressibilité réelle, il faut ajouter aux contractions observées celle du verre qui est 3,3 millioniémes; ce qui donnne 96,2, 93,5 et 89 millioniémes.

Expériences sur l'Éther sulfurique.

La mesure de la compressibilité de l'éther sulfurique présente quelque difficulté, parce que ce liquide adhère aux parois du tube, et qu'il ne prend pas immédiatement le volume correspondant à la pression qu'il éprouve. On remédie à ce double inconvénient en comprimant avec lenteur et retenant quelque temps le manomètre au même degré. En opérant ainsi, on trouve que pour des différences de pression égales, la contraction de l'éther sulfurique n'est pas constamment la même. On en pourra juger par le tableau suivant.

Ether sulfurique à 0°.

Therm. du manom. à

Atmosph. de $0^m,7466$.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
3	13			
		9	135	15 +
12	148			
		6	84	14
18	232			
		6	80	$13\frac{2}{3}$
24	312			

Volume primitif = 117 930 degrés du tube capillaire.

On voit ici que la compressibilité va en diminuant à mesure que la compression augmente. Elle est de 15 degrés de l'échelle pour les premières atmosphères, et seulement de $13\frac{2}{3}$ pour les dernières. En employant tour-à-tour ces deux valeurs extrêmes, on trouve que la contraction de l'éther pour 1 atmosphère de $0^m,76$ de mercure à 10°, lorsque les compressions vont en croissant depuis 3 jusqu'à 24 atmosphères, décroît de 130 à 118,5 millionièmes.

Il faut ajouter à ces limites la contraction du verre 3,3 pour avoir la contraction absolue du liquide. Ainsi la compressibilité réelle de l'éther sulfurique à 0°, diminue lorsque les compressions augmentent, et varie de 133 à 122 millionièmes.

Ether sulfurique à 11°,4.

Thermomètre du manomètre 9°.

Atmosph. de $0^m,7466$.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
1	658			
3	599	2	59	29 ½
6	513	3	86	28 ⅔
12	344	6	169	28 ⅙
18	180	6	164	27 ⅓
24	18	6	162	27

Volume primitif = 198 170 degrés du tube capillaire.

Si l'on prend 28 ⅔ degrés de l'échelle pour la contraction qui résulte des premières atmosphères, et 27 pour celle que donnent les dernières, on trouve que la contraction pour 1 atmosphère à 10° de $0^m,76$ de mercure, lorsque les compressions vont en croissant de 3 à 24 atmosphères, décroît de 146 à 138 millioniémes.

En ajoutant à ces limites 3,3 pour la contraction du verre, on voit que la compressibilité réelle varie suivant les compressions croissantes, de 150 à 141 millioniémes.

Eau saturée d'ammoniaque.

La moindre compressibilité de l'eau qui contient de l'air en dissolution nous a conduits à rechercher quel serait le degré de compressibilité d'une solution d'ammoniaque, en la prenant aussi concentrée qu'il est pos-

[redacted]

sible de l'avoir à 20°. La densité de cette solution étant d'environ $\frac{1}{10}$ moindre que celle de l'eau pure, la diminution de compressibilité, si elle avait lieu, ne pouvait provenir d'une augmentation de pesanteur spécifique. Nous sommes parvenus à remplir de ce liquide un piézomètre sans le faire bouillir, et sans diminuer la pression intérieure, au moyen de la pointe ouverte qui terminait le réservoir en opérant comme pour l'eau non privée d'air. L'inspection du tableau suivant démontre ce fait remarquable, que l'eau saturée d'ammoniaque est moins compressible que l'eau pure.

Therm. du manom. à 10°. Volume primitif du liquide = 389 360 degrés du tube capillaire.

Atmosph.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
1	580	3	46	$15\frac{1}{3}$
4	534	4	53	$13\frac{1}{4}$
8	481	$2\frac{2}{3}$	38	$14\frac{1}{4}$
$10\frac{2}{3}$	443	$5\frac{1}{3}$	68	$12\frac{3}{4}$
16	375			

Retour.

16	378	$5\frac{1}{3}$	$65\frac{1}{2}$	
$10\frac{2}{3}$	$443\frac{1}{2}$	$2\frac{2}{3}$	$37\frac{1}{2}$	
8	481	4	52	
4	533	3	46	
1	579			

Ce tableau nous pésente un décroissement remarquable dans la compressibilité. Ce décroissement est ici beaucoup plus sensible que pour tout autre liquide.

Therm. du manom. à 10°.

Atmosph. de $0^m,7466$.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction	Contractions pour 1 atmosph.
4	534	4	53	$13\frac{1}{4}$
8	481	$2\frac{2}{3}$	37	$13\frac{7}{8}$
$10\frac{2}{3}$	444	$5\frac{1}{3}$	66	$12\frac{3}{8}$
16	378			

Volume primitif = 389 360 degrés du tube capillaire.

L'accord de ces deux séries ne permet pas de soupçonner une erreur d'observation, ce liquide étant d'ailleurs un de ceux qu'il est le plus facile d'observer, parce qu'il ne se divise pas dans la colonne capillaire comme l'éther sulfurique, le carbure de soufre, etc. Nous remarquerons de plus que le piézomètre était un de ceux dont la division était le plus exactement cylindrique.

En admettant $13\frac{1}{4}$ pour la contraction moyenne produite par les premières atmosphères, on trouve que la contraction est égale à 34,7 millioniêmes pour une atmosphère de $0^m,76$ de mercure à 10°; ce qui donne 38 millioniêmes pour la contraction vraie.

Ether nitrique à 0°.

La dilatation des liquides étant en général très-grande et sujette à varier lorsqu'ils approchent de leur point d'ébul-

lition, nous aurions supposé que la contraction de l'éther nitrique dont le point d'ébullition est à 21°, aurait offert des différences sensibles pour diverses pressions. Cependant le tableau suivant ne donne qu'une diminution assez faible de compressibilité.

Atmosph. de $0^m,7466$.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
1	444 $\frac{1}{2}$			
6	575	5	69 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{9}{10}$
12	293 $\frac{3}{4}$	6	81 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{1}{2}$
6	372 $\frac{1}{4}$	6	81 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{1}{2}$
18	213	12	162	13 $\frac{1}{2}$
24	133	6	80	13 $\frac{2}{3}$

Therm. du manom. à 10°,

Volume primitif = 197 740 degrés du tube capillaire. La contraction moyenne est 13,5, d'où résulte 13,74 pour une atmosphère de $0^m,76$; ce qui fait 68,2 millioniêmes pour une atmosphère à 10° de $0^m,76$ de mercure. La contraction réelle est égale à 71,5.

Ether acétique à 0°. Volume primitif = 233 900 degrés du tube capillaire.

Therm. manom. à 12° c.

Atmosph.	Degrés de l'échelle.	Différences d'atmosph.	Différences de contraction.	Contraction pour 1 atmosph.
1	520	3	52	17 $\frac{1}{3}$
4	468	4	67	16 $\frac{3}{4}$
8	401	2 $\frac{2}{3}$	47 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{3}{4}$
10 $\frac{2}{3}$	353 $\frac{1}{3}$	5 $\frac{1}{3}$	81 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{3}{4}$
16	272			

Retour.

16	272	8	127	15 $\frac{7}{8}$
8	399	4	69	27 $\frac{1}{4}$
4	468	3	53	17 $\frac{1}{3}$
1	520			

Bis.

4	468	4	70	17 $\frac{1}{2}$
8	398	8	128	16
16	270			

Quoique les nombres qui expriment les contractions de l'éther acétique à des degrés variables de pression présentent quelques différences, cependant on voit que ces erreurs se corrigent mutuellement, et l'inspection des résultats comparés à de hautes et basses pressions, in-

ne diminution sensible de compressibilité à-peu-ns le rapport de 17 à 15,7.

contractions réduites à une atmosphère à 10° de e mercure varient de 76 à 68 millioniëmes.

ajoutant celle du verre 3,3, on aura les con-s réelles.

Ether hydro-chlorique à 11°,2 cent.

Therm. des manom. à 8°.

pb.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
	383			
	341	2	42	21
	280	3	61	20 $\frac{1}{3}$
	159,5	6	120,5	20 $\frac{1}{12}$

Retour.

	280			
	340,5	3	60,5	20 $\frac{1}{6}$
	383	2	22,5	21 $\frac{1}{4}$

me primitif = 255 340 degrés du tube.

atm. à 3 atm. la contraction est de.... 82,6. millions.

à 12 la contraction moyenne. 78,95. mill.

outant la contraction du verre, on aura la con-réelle du liquide, égale à 85,9 et 82,25.

Acide acétique à 0°.

Therm. du manom. 9°,7 c.

Atm. de 74^c,66.

Atmosph.	Degrés de l'échelle.	Contractions pour 1 atmosph.
4	252	
8	289	$9\frac{1}{4}$
$10\frac{2}{3}$	315	$9\frac{3}{4}$
16	363	9

Retour.

Atmosph.	Degrés de l'échelle.	Contractions pour 1 atmosph.
16	364	
$10\frac{2}{3}$	316	9
8	291	$9\frac{3}{8}$
4	254	$9\frac{1}{4}$

Volume primitif du liquide = 239 060.

Si l'on prend $9\frac{1}{4}$ pour la contraction moyenne du liquide, on aura la contraction pour 1 atmosphère de 0^m,76 de mercure à 10°, égale à 39 millionièmes ; et faisant la correction du verre, on aura 42,2 pour la compressibilité absolue.

Acide sulfurique concentré à 0°.

Thermom. du manom. à 8° ½.

Atmosph. de 0m,7466.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
1	324			
4	310	3	14	4 ⅔
8	293	4	17	4 ¼
12	276	4	17	4 ¼
16	259	4	17	4 ¼
Retour.				
16	259			
12	276	4	17	4 ¼
8	292 ½	4	16 ½	4 ⅛
4	310	4	17 ½	4 ⅜
1	323 ½	3	13 ½	4 ½

On peut donc adopter 4 ¼ pour valeur moyenne de la ntraction produite par une atmosphère de 0m,7466, ir du manomètre étant à la température de 8° ½. On duit de là que la contraction doit être à très-peu près ale à 4,37 degrés de l'échelle, pour une atmosphère 0m,76 de mercure, l'air du manomètre étant porté à température de 10°.

Or, le volume du réservoir du piézomètre, plus celui liquide contenu dans le tube capillaire, comprend 2 655 degrés de ce tube. Ainsi, en divisant 4,37 par 2 655, on aura la contraction de l'acide sulfurique

à 0°, égale à 28,6 millionièmes. En lui ajoutant celle du verre 3,3, on aura sa contraction réelle égale à 32 millionièmes.

La dilatation de l'acide sulfurique de 0° à 100° est de 0,0588. Son point d'ébullition étant à plus de 300°, sa dilatation entre ces limites 0 et 100 doit être assez uniforme. En la supposant toujours la même pour chaque accroissement de température d'un degré, la condensation de l'acide sulfurique pour un abaissement de température d'un degré sera 0,000 588. On voit qu'elle est équivalente à celle qui serait produite par une compression de 20 atmosphères.

Expériences sur l'Acide nitrique.

L'acide nitrique sur lequel nous avons opéré était parfaitement pur; mais il n'était pas très-concentré. Nous avons trouvé sa densité égale à 1,403 à 0°. Nous avons préféré le prendre à cette densité pour éviter sa décomposition trop rapide par la lumière.

Ayant en vue des expériences comparatives sur ce liquide à différentes températures, il était indispensable qu'il pût se conserver quelque temps dans le piézomètre sans s'altérer. Un autre motif de ce choix, c'est que les expériences sur la dilatation et la chaleur spécifique de ce liquide ont été faites sur de l'acide ayant ce degré de densité. Pour empêcher qu'il ne pût absorber de l'humidité, nous avons introduit dans le tube capillaire une goutte de carbure de soufre qui servait en même temps d'index.

Acide nitrique à 0°. Densité 1,403.

Therm. du manom. à $8°\frac{1}{2}$.

olume primitif du liquide = 214 960 des degrés de l'échelle.

Atmosph. de $0^m,7446$.	Degrés de l'échelle.	Différences de pression.	Différences de contraction.	Contractions pour 1 atmosph.
1	607,5			
4	587	3	20	$6\frac{2}{3}$
8	560	4	27	$6\frac{3}{4}$
12	533	4	27	$6\frac{3}{4}$
16	506	4	27	$6\frac{3}{4}$
32	397	16	109	$6\frac{13}{16}$
32	397			
16	$505\frac{1}{2}$	16	$108\frac{1}{2}$	$6\frac{3}{4}$
12	$532\frac{1}{2}$	4	27	$6\frac{3}{4}$
8	559	4	$26\frac{1}{2}$	$6\frac{5}{8}$
4	586	4	27	$6\frac{3}{4}$
4	588			
16	507	12	81	$6\frac{3}{4}$
1	614			

La contraction moyenne est donc à très-peu près ;ale à 6,75 degrés du tube capillaire, ce qui fait 1,2 millionièmes pour la pression d'une atmosphère 10° de $0^m,76$.

Essence de Térébenthine.

Les expériences sur l'essence de térébenthine ne sont oint susceptibles d'autant de précision que celles sur

les autres liquides, à cause de la viscosité qui la fait adhérer aux parois du tube, et rend la contraction apparente trop grande, en l'empêchant d'arriver immédiatement au point que son extrémité doit atteindre. Nous avons réussi à neutraliser sensiblement cet effet en fixant pendant très-long-temps le manomètre à 16, 18 et 24 atmosphères, jusqu'à ce que l'extrémité de la colonne demeurât parfaitement immobile.

Essence de Térébenthine à 0°.

Therm. du manom. à 8° c.

Volume primitif du liquide = 255 340 des degrés de l'échelle.

Atmosph. de $0^m,7466$.	Degrés de l'échelle.	Différences de contraction.		Contractions pour 1 atmosph.
1	703	3	63	21
4	640	4	70	$17\frac{1}{2}$
8	570	4	68	17
12	502	4	70	$17\frac{1}{2}$
26	432			

Retour.

16	432	4	70	$17\frac{1}{2}$
12	502	4	69	$17\frac{1}{4}$
8	571	4	70	$17\frac{1}{2}$
4	641	3	63	21
1	704			

En adoptant 17,33 pour contraction moyenne, on ouve 69,7 millionièmes pour la pression normale une atmosphère à 10° de 0m,76 de mercure. La conaction réelle est par conséquent égale à 73 milonièmes.

(La fin au prochain Cahier)

ECHERCHES *sur la Fermentation du Fromage, et sur l'Oxide caséeux et l'Acide caséique.*

PAR M. HENRI BRACONNOT,
Correspondant de l'Institut.

PERSONNE ne contestera à Proust les immenses services qu'il a rendus à la science; mais on est forcé de onvenir que ses derniers travaux n'offrent pas toujours a précision et l'exactitude qu'on devait attendre d'un ussi habile chimiste. C'est après avoir fait quelques echerches sur l'hordéine, et m'être convaincu qu'elle 'est qu'un composé d'amidon, de matière animale et de fibre ligneuse, que je me suis déterminé à répéter les expériences du même chimiste sur la fermentation du caillé.

750 grammes de fromage bien égoutté, mais non lavé, provenant du lait de vache écrémé et coagulé spontanément, ont été délayés avec environ un litre d'eau dans un bocal couvert, et on a abandonné le tout à une température de 20 à 25 degr. c. pendant un mois. Au bout de ce temps, l'odeur putride m'ayant paru moins intense qu'auparavant, voyant d'ailleurs que le

fromage avait considérablement diminué, j'ai jugé convenable de suspendre cette fermentation, au lieu de la prolonger pendant des années, comme le recommande Proust, ce qui est parfaitement inutile pour obtenir les principaux résultats qu'il a indiqués. On a jeté le tout sur une toile; il en est sorti un liquide très-peu coloré, rougissant le papier de tournesol, ne donnant aucun indice de la présence de l'hydrogène sulfuré, ni du carbonate d'ammoniaque, mais retenant une quantité notable d'acétate d'ammoniaque.

Distillé dans une cornue de verre, ce liquide donne un produit d'une odeur excessivement fétide, adhérant tellement aux doigts qui en sont imprégnés, qu'aucun moyen ne peut les désinfecter, si ce n'est une dissolution de chlore assez concentrée. Cette odeur paraît due à une matière huileuse qui formait à la surface du produit une légère pellicule. On a fait passer le résidu de cette distillation à travers une toile, pour le séparer d'une matière blanche membraneuse, coagulée par la chaleur, qui n'était que du caséum mêlé de phosphate de chaux; il a donné par l'évaporation des vapeurs acétiques, qui se sont renouvelées jusqu'à la fin, et on a obtenu un liquide sirupeux sur lequel on a vu se former des pellicules fragiles, et qui a fini par se concréter par le refroidissement en une masse grenue, mielleuse, roussâtre, d'une saveur amère et salée. Cette masse, délayée avec de l'alcool à 37°, a été partagée en deux matières, très-improprement appelées, la première *oxide caséeux*, et la seconde, retenue en dissolution dans l'alcool, *caséate d'ammoniaque*.

Examen de l'Oxide caséeux.

ien lavé avec de l'alcool et redissous dans l'eau
ıde, il donne par l'évaporation, comme le dit
ıst, des encroûtemens qui s'accumulent sur les
ls, et ont la légèreté de l'agaric blanc des dro-
·ies; mais cette matière encore humide, quoique
sée fortement dans du papier gris et lavée avec un
d'eau, n'était pas encore pure : elle avait quelque
ıe de gras au toucher. Ce n'est qu'après avoir été
ssoute plusieurs fois dans l'eau bouillante et traitée
le charbon animal, que je suis parvenu à l'avoir du
ı beau blanc. Dans cet état, elle est inodore, d'une
re amertume de viande rôtie, un peu croquante
ı la dent, et se réduit facilement en poudre. Elle
spécifiquement plus pesante que l'eau. Suivant
ust, ce n'est que vers le 60° que les fragmens
:ide caséeux commencent à se dissoudre dans l'eau;
ı je me suis assuré que cette matière purifiée n'exi-
t que 14 parties d'eau à la température de 22° c.
r se dissoudre entièrement. Si on abandonne cette
olution à l'évaporation spontanée dans un verre
nontre, elle cristallise en forme de ramifications
lritiques élégantes, d'un blanc mat, qui grimpent
les bords, et imitent assez bien une broderie lé-
. D'autres fois elle donne naissance à une multitude
neaux contigus les uns aux autres, formés d'ai-
les soyeuses très-déliées; mais lorsque cette ma-
ı n'a pas reçu toute la purification dont elle est sus-
ible, elle produit au-dessus de la liqueur mise en

évaporation dans le verre de montre des boursoufflures zonées et mamelonnées, remplies de liquide attiré par l'action capillaire.

La dissolution aqueuse d'oxide caséeux abandonnée a elle-même, à une douce température, ne tarde point à se décomposer, du moins en partie; bientôt la liqueur, de limpide qu'elle était, se trouble, devient laiteuse, laisse déposer des flocons blanchâtres, et exhale une odeur extrêmement putride et repoussante, analogue à celle qui serait produite par la décomposition des matières animales les plus azotées. Il est assez remarquable qu'une substance formée au sein même de la putréfaction soit elle-même si putrescible; au reste, le produit de cette putréfaction n'a point fait fermenter le sucre.

L'infusion de noix de galle forme dans la dissolution aqueuse d'oxide caséeux purifié un précipité blanc floconneux, qui se redissout dans un excès du précipitant. Le persulfate de fer, l'hydro-chlorate de chaux, de baryte, n'y produisent aucun changement. Il en est de même de l'hydro-chlorate de platine et du sulfate d'alumine, ce qui prouve que cette matière ne contient point de sel à base d'ammoniaque. Le sous-acétate de plomb y forme un dépôt blanc. La même matière est plus soluble dans l'acide hydro-chlorique que dans l'eau; si on évapore la liqueur, elle laisse un résidu qui se prend en masse en refroidissant, et se liquéfie de nouveau à la chaleur. L'alcool bouillant dissout fort peu d'oxide caséeux, ainsi que l'avait observé Proust; et la liqueur, en refroidissant, abandonne une partie de la matière qui se dépose sur les parois du

e ; recueillie sur un filtre, elle offre une poudre
ıalpable, très-légère et très-blanche, à peu près
ıme la magnésie anglaise : au reste, cette poudre,
issoute dans un peu d'eau, cristallise par l'évapo-
on spontanée. L'oxide caséeux, exposé au feu,
ıle avec flamme sans laisser de résidu. Chauffé dans
: cornue de verre, il se fond et se boursouffle à une
ıpérature supérieure à celle de l'eau bouillante : en
;mentant graduellement la chaleur, je n'ai point ob-
u sensiblement de sublimé; mais un produit ammo-
cal, qui rappelle fortement au bleu le papier rougi
le tournesol, fait une vive effervescence avec les
des et contient une quantité très-remarquable de
bonate et d'hydro-sulfate d'ammoniaque. A une plus
nde chaleur, il passe une matière grasse assez abon-
ıte, ayant la consistance du suif, ce qui avait été
ıervé par Proust ; mais ce chimiste s'est évidemment
mpé, en disant que le produit de la distillation de
ı oxide caséeux contient si peu d'ammoniaque, qu'il
t y présenter un tube mouillé d'acide pour en faire
aître quelques vapeurs. Si, au lieu de distiller cette
ıière, on en place un petit fragment dans un tube
ert par les deux bouts, et qu'on dirige dessus le
d du chalumeau, elle se sublime presqu'entiè-
ıent en ramifications étendues et très-déliées, qui
lécomposent par de nouvelles impressions de la cha-
:. Ce sublimé blanc, redissous dans l'eau, cristal-
sous la forme de points isolés ou d'étoiles formées
une multitude d'aiguilles divergentes. Cette ma-
e contient aussi une quantité notable de soufre ; car,
tée sur une lame d'argent exposée au feu, elle lui

communique aussitôt une couleur noire due au sulfure d'argent. Suivant Proust, l'oxide caséeux traité par l'acide nitrique fournit à peine du jaune amer et *une récolte facile* d'acide oxalique. Quant à moi, il m'a été impossible d'obtenir aucune trace de ce dernier; mais après avoir évaporé la liqueur jusqu'à consistance de miel et délayé le résidu dans un peu d'eau, il en est résulté une huile jaune fluide et un liquide jaunâtre d'une saveur amère, stiptique, duquel la chaux dégage de l'ammoniaque. Saturé par un alcali, il était à peine troublé par l'hydro-chlorate de chaux; mais le nitrate de baryte y a formé un précipité de sulfate de baryte.

N'ayant point à ma disposition tout ce qu'il conviendrait pour faire l'analyse exacte de cette substance, je ne m'en suis point occupé; mais, d'après ce que nous venons d'exposer, on voit qu'elle a tous les caractères des matières animales. Elle paraît, comme l'a supposé Proust, ne contenir que très-peu d'oxigène; par conséquent la dénomination d'oxide caséeux ne peut nullement lui convenir : comme elle semble se former toutes les fois qu'on abandonne des substances animales à la putréfaction, je propose de la nommer *aposépédine* de αποσηπεδων, résultat de la pourriture. Elle se produit aussi dans quelques affections morbifiques; du moins la matière grénue que M. Lassaigne et, après lui, M. Collard ont trouvée dans le liquide noir vomi à la suite de maladies de l'estomac, ne semble être autre chose. Il est vrai que ces chimistes l'ont rapportée à l'acide caséique, d'après les propriétés assignées à celui-ci par Proust.

Examen de l'Acide caséique.

ı masse grénue, mielleuse, roussâtre, seulement
;ée d'oxide caséeux par l'alcool, est ce que Proust
:lle *caséate d'ammoniaque*. Ainsi dissous dans l'al-
et abandonné pendant environ un mois, il a laissé
ɔser, comme le dit le même chimiste, une liqueur
peuse qui, selon lui, n'est autre chose qu'un peu
;omme; mais c'est bien évidemment une matière
nale, donnant du carbonate d'ammoniaque à la dis-
tion et un précipité abondant avec l'infusion de
ː de galle, et que nous aurons occasion de re-
ıver dans le composé assez compliqué appelé *acide
:ique*.

ɔdépendamment de cette matière animale, on a ob-
é sur les parois du vase dans lequel avait séjourné
queur alcoolique, de beaux et assez gros cristaux
ıèdres, très-aplatis, parfaitement transparens et
ɔlores, qui m'ont d'abord paru assez remarquables:
aveur de ce sel est analogue à celle du chlorure de
:um. Redissous dans l'eau, il a donné avec le ni-
e d'argent un précipité jaunâtre, entièrement soluble
s un peu d'acide nitrique. Il est aussi précipité par
'dro-chlorate de platine. Exposé au feu, il boui-
ne, se boursouffle, dégage de l'ammoniaque et laisse
verre transparent et incolore, lequel, redissous dans
u, rougit le papier teint en bleu par le tournesol,
précipite plus l'hydro-chlorate de platine, et donne
c l'eau de chaux un dépôt floconneux de phosphate
chaux; d'où il résulte que le sel cristallisé dont il
;it est du phosphate de soude ammoniacal très-pur

ou sel fusible de l'urine, qui ne provient sans doute que du sérum retenu par le fromage mis en expérience, quoique préalablement bien égoutté. Ce sel existe-t-il naturellement dans le lait? ou bien ce liquide contiendrait-il du phosphate acide de soude? C'est ce que je n'ai point encore vérifié. Au reste, M. Berzelius ne fait point mention du phosphate de soude dans l'analyse qu'il a donnée du lait. Le liquide alcoolique, séparé de la matière animale et des cristaux de phosphate de soude ammoniacal, distillé et rapproché en consistance de sirop épais, a été soumis au traitement indiqué par Proust, pour en séparer l'acide caséique, c'est-à-dire qu'après y avoir ajouté de l'eau et du carbonate de plomb, on a fait bouillir le tout; il s'est d'abord produit une effervescence due au dégagement de l'acide carbonique par l'acide acétique contenu dans la liqueur; il s'est développé ensuite de l'ammoniaque, et après une longue ébullition on a fait passer dans la liqueur filtrée, qui contenait un excès de plomb et rappelait au bleu le papier rougi par le tournesol, un courant d'hydrogène sulfuré; on a filtré encore et rapproché en consistance épaisse, et on a obtenu l'acide caséique de Proust.

Si nous passons maintenant en revue les propriétés que ce chimiste lui a attribuées, nous pourrons nous convaincre que toutes ces propriétés appartiennent à divers corps étrangers, et qu'il n'en est aucune qui puisse le faire considérer comme un acide particulier: d'abord, nous ferons observer que ce produit n'est que très-faiblement acide, mais amer et âcre, ce qui est dû à une huile d'une saveur brûlante et poivrée, dont nous

parlerons plus bas. Que ce prétendu acide produise avec le suc de noix de galle un caillé blanc fort épais, que pourra-t-on en conclure ? sinon la présence de plusieurs matières animales dont Proust ne parle pas. Un autre caractère que le même chimiste assigue à son acide caséique, c'est de se congeler en une masse grenue d'un aspect mielleux. Mais quelle est la nature de cette matière concrète ? C'est ce qu'on ne nous dit pas. Afin de pouvoir l'apprécier à sa juste valeur, j'ai exprimé graduellement et très-fortement, dans un nouet de toile, la masse grenue mielleuse, et il est resté une matière blanchâtre, presque sèche, assez abondante, qui a offert tous les caractères de l'aposépédine. Le liquide sirupeux jaunâtre qui s'en est écoulé en retenait encore en dissolution, comme nous le verrons. Rapproché en consistance très-épaisse, mais à une chaleur incapable de le décomposer, il a donné de l'acide acétique et un résidu d'apparence gommeuse, amer, mais point aigre; cependant y ayant soupçonné la présence de l'acide que j'ai produit autrefois, en faisant aigrir le riz, les pois, les haricots, etc., j'en ai fait redissoudre une portion dans l'eau et l'ai fait chauffer avec de l'oxide de zinc; mais la liqueur, filtrée et évaporée, n'a pu me donner le moindre indice de cristaux; d'ailleurs elle retenait encore de l'ammoniaque, ainsi que je m'en suis assuré par la potasse.

L'acide acétique libre ou faiblement retenu par des matières animales est donc le seul qui communique ses propriétés à l'acide caséique. Ce dernier, privé, comme nous l'avons dit, de la plus grande partie de l'aposépédine qu'il retenait, délayé avec de l'alcool

à 42°, s'y est presque entièrement dissous, à l'exception d'une matière d'apparence gommeuse, laquelle n'a ni âcreté ni amertume, mais un goût agréable de jus de viande. L'infusion de noix de galle a formé, dans sa dissolution aqueuse, un précipité fort abondant divisé ; mais par l'addition d'un peu d'acide acétique, il devient élastique et collant. Le persulfate de fer n'a produit aucun changement. Au reste, cette matière, qui me paraît fort analogue à l'osmazome, retenait encore de l'aposépédine ; car, en ayant exposé un petit fragment au chalumeau dans un tube ouvert, il s'est formé un léger sublimé blanc.

Cette matière contribue sans doute, pour sa part, à rendre les fromages savoureux et agréables ; mais plusieurs autres corps remplissent aussi cet objet, quoique, par l'énoncé du Mémoire de Proust, ce chimiste ne semble avoir eu en vue qu'un seul principe qui les assaisonne. Le liquide alcoolique, séparé de la matière animale dont nous venons de parler, évaporé pour en chasser l'alcool, a été agité pendant quelque temps avec de l'éther sulfurique ; celui-ci s'est à peine coloré, mais il était troublé par une matière très-blanche, pulvérulente, que l'on a séparée par le filtre : redissoute dans un peu d'eau, elle a cristallisé, par évaporation spontanée, en une multitude de petits anneaux formés par une réunion d'aiguilles extrêmement fines. Exposée en petites parcelles au feu du chalumeau dans un tube, il en est résulté un sublimé blanc, très-léger et volumineux : c'était donc encore de l'aposépédine très-pure. Le liquide éthéré, séparé de cette matière, a laissé par l'évaporation une huile jaunâtre, inodore,

-fluide et spécifiquement plus pesante que l'eau. se en très-petites parcelles sur la langue, elle y développe une saveur brûlante et âcre, analogue à celle poivre d'Inde. Elle paraît jusqu'à un certain point uble dans l'eau, car, étant chauffée avec celle-ci, il résulte un liquide limpide et âcre qui se trouble en roidissant. Si la dissolution de cette huile est fort ndue, elle a une saveur amère. Cette matière pose d'ailleurs les propriétés acides, puisqu'elle rougit papier bleu de tournesol et s'unit immédiatement aux alis. Proust ne parle point de cette huile âcre dans Recherches sur le principe qui assaisonne les froges; cependant il est évident que c'est à elle qu'est e, au moins en partie, la saveur piquante ou le ntant qui les font rechercher. N'est-ce pas en effet tôt à cette huile qu'au carbonate d'ammoniaque il faut attribuer l'âcreté de certains fromages, qu'il fit de goûter pour en avoir, comme dit Proust, *la che ampoulée?* Revenons au liquide jaunâtre sur uel l'éther ne paraissait plus avoir d'action : il était ne amertume très-prononcée. Délayé avec de l'eau, s'est troublé et a laissé déposer, au bout de vingtatre heures, une résine. Celle-ci, fondue et lavée s l'eau chaude pour la priver autant que possible ne matière animale qu'elle retenait, a été mise ente en contact avec l'alcool; elle y a passé très-facilement. Cette dissolution, qui était troublée par l'eau, fourni par l'évaporation un résidu brun vernissé, asparent, fragile, peu sapide, très-soluble dans les alis, d'où il était précipité par les acides. Cette subce résineuse ne serait-elle pas due à une altération

de l'huile âcre par le contact de l'air? Je serais assez disposé à le penser, du moins l'éther bouillant, qui a montré peu de disposition à la dissoudre, en a séparé une petite quantité de matière grasse, épaisse et âcre.

Quant au liquide jaunâtre amer, séparé de la résine par l'eau, il retenait encore de l'huile âcre, de l'acétate de potasse, un peu de muriate de potasse et une matière animale abondante, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle était d'ailleurs très-abondamment précipitée par l'infusion de noix de galle, sous la forme d'une masse glutineuse brune, difficile à sécher, se laissant facilement pétrir entre les doigts comme de la cire, se liquéfiant comme celle-ci dans l'eau bouillante, et pouvant se réduire facilement en poudre après le refroidissement. Cette matière animale, traitée par l'acide nitrique, a donné beaucoup de jaune amer et peu d'acide oxalique. Il résulte des expériences que nous venons de rapporter, que l'acide caséique de Proust est composé ainsi qu'il suit :

1°. Acide acétique libre ;
2°. Aposépédine ;
3°. Matière animale soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool rectifié (osmazome) ;
4°. Matière animale soluble dans l'eau et dans l'alcool ;
5°. Huile jaune, fluide, très-âcre ;
6°. Résine brune, peu sapide ;
7°. Acétate de potasse ;
8°. Muriate de potasse ;
9°. Acétate d'ammoniaque, des traces.

Examen du Résidu insoluble du Fromage fermenté.

Proust, étant persuadé que le beurre qui entre en plus ou moins grande quantité dans le fromage n'est point un élément nécessaire, a tout-à-fait négligé de rechercher l'état dans lequel il pouvait s'y trouver. C'est pour remplir cette lacune, que j'ai cru devoir examiner le résidu insoluble provenant des 750 grammes de fromage abandonné à la fermentation. Nous avons dit que cette masse caséeuse avait considérablement diminué dans l'espace d'un mois. Bien lavée, puis remise à fermenter dans le bocal avec de l'eau, pendant le même espace de temps et à la même température, elle a donné un nouveau produit acide, mais qui ne contenait qu'une petite quantité d'aposépédine, ainsi que des autres matières dont nous avons parlé.

Le résidu insoluble de cette seconde fermentation était très-blanc, d'un aspect nacré et dans un très-grand état de division; néanmoins il a pu être facilement lavé sur une toile et exprimé graduellement, pour expulser la plus grande quantité de l'eau qu'il retenait. Exposé à la chaleur pour chasser les dernières portions d'humidité, le tout s'est fondu en une masse de matière grasse. Elle pesait 36 grammes pour les 750 gram. de fromage abandonné à la fermentation. Comme cette matière grasse fondue paraissait troublée par quelques légers flocons qui m'ont paru de nature caséeuse, elle a été exprimée dans une toile, entre deux plaques de métal chauffées; alors elle a passé assez limpide. Refroidie, elle était plus ferme que le suif : 7 grammes de cette matière grasse, traités par l'alcool bouillant, n'ont été dissous

qu'en partie ; la liqueur filtrée bouillante s'est troublée à mesure qu'elle se refroidissait. Nous y reviendrons dans un instant. La portion insoluble, restée sur le filtre, était pulvérulente et du plus beau blanc. Comprimée fortement dans du papier brouillard, elle était en masses fragiles, et pesait 2,9 grammes après sa dessication. Elle est très-douce au toucher, comme de la craie de Briançon, et comme celle-ci, donne aux corps sur lesquels on la frotte un aspect glacé. Les 2,9 grammes de cette matière, réduits en poudre, étaient tout-à-fait immiscibles à l'eau et infusibles dans ce liquide bouillant ; mais après y avoir ajouté de l'acide hydrochlorique, le mélange a paru avoir lieu instantanément ; et en continuant l'action de la chaleur, on a vu se former à la surface de la liqueur une couche de matière grasse, laquelle, fondue plusieurs fois dans l'eau bouillante et privée d'humidité, pesait 2,6 grammes. Elle est fusible à environ 55° c., et cristallise par le refroidissement en fines aiguilles entrelacées. Elle passe à chaud en toute proportion dans l'alcool, et cette dissolution, qui rougit le papier bleu de tournesol, cristallise en refroidissant. Cette matière, qui d'ailleurs s'unit immédiatement aux alcalis, est donc de l'acide margarique du plus beau blanc.

Le liquide provenant du traitement par l'acide hydrochlorique des 2,9 gramm. de la matière pulvérulente immiscible à l'eau, étant chauffé avec du carbonate de potasse, a donné un précipité de carbonate de chaux, lequel, lavé et desséché, pesait 0,53 gramm., équivalant à 0,3 gramm. de chaux, qui étaient unis aux 2,6 gramm. d'acide margarique, pour constituer les

2,9 grammes de margarate de chaux neutre que nous avons obtenu. Revenons à la liqueur alcoolique séparée de cette dernière combinaison.

Nous avons dit qu'elle s'était troublée en refroidissant ; elle a en effet laissé déposer une matière grasse qui avait tous les caractères de l'acide margarique. Evaporée ensuite en grande partie, cette liqueur s'est figée en masse, laquelle, délayée avec de l'alcool froid, a encore abandonné de l'acide margarique très-blanc après avoir été comprimée dans du papier gris. Les deux quantités obtenues pesaient 0,5 grammes. Le liquide alcoolique a fourni ensuite par l'évaporation une matière huileuse, rougeâtre, odorante, qui avait la consistance de l'huile d'olive à demi figée. Elle était formée pour la plus grande partie d'acide oléique, d'une petite quantité d'acide margarique et d'une matière animale brune. Ainsi, d'après cette analyse, les 36 grammes de matière grasse, résidu de la fermentation des 750 grammes de fromage obtenu du lait de vache écrémé, sont composés de :

Margarate de chaux................	14,92 gram.
Acide margarique.................	2,57
Acide oléique retenant de l'acide margarique et une matière animale brune......................	18,51
	36,00 gram.

J'avoue que je serais assez embarrassé s'il fallait indiquer l'origine de la chaux unie à l'acide margarique. Proviendrait-elle de quelques combinaisons calcaires en-

core inconnues dans le caséum? Ce qu'il y a de certain, c'est que le gras des cadavres contient aussi, comme le gras du fromage fermenté, du margarate de chaux, et la différence qui existe entr'eux c'est que l'ammoniaque fait partie constituante du premier, et n'existe pas dans l'autre. C'est même un phénomène remarquable que la conversion complète et assez prompte du beurre contenu dans le caséum, en acides gras, par le seul secours de la fermentation et dans le sein même d'une liqueur acidule. Ce fait n'est certainement point favorable à la théorie proposée par M. Chevreul, pour expliquer le changement en gras des cadavres enfouis dans la terre, puisqu'il paraît certain que celui-ci se forme bien avant que l'ammoniaque ne soit mise en liberté et en état d'opérer la saponification de la graisse. Je rappellerai aussi que la matière albumineuse propre à toutes les graines oléagineuses, et que l'on désigne sous le nom vague et si impropre de *mucilage,* en se mêlant plus ou moins aux huiles, les dispose à rancir promptement, ou, en d'autres termes, à passer à l'état d'acides gras. On pourrait même profiter de cette propriété pour accélérer beaucoup la saponification des corps gras, en les abandonnant à la fermentation, convenablement mélangés avec des matières animales et de l'eau. Ne voit-on pas en effet quelque chose d'analogue dans quelques savonneries, où on n'emploie que de l'huile d'olive commune, non-seulement en raison de son prix moins élevé, mais aussi parce qu'ayant été pendant quelque temps avec les matières putrescibles de l'olive, elle devient susceptible de contracter avec les lessives alcalines une combinaison beaucoup plus

prompte que ne pourrait le faire l'huile vierge. Ne serait-ce pas pour parvenir à un semblable résultat que, dans d'autres cas, on entasse les olives pour qu'elles s'échauffent et fermentent, puis on les exprime ?

Nancy, le 10 octobre 1827.

Sur l'Identité du Malate acide d'althéine avec l'Asparagine.

Par Mr A. Plisson,

Pharmacien à la Pharmacie centrale.

Dans un des Mémoires adressés à la Société de Pharmacie par Mr L. Bacon, professeur à l'Ecole de Médecine de Caen, etc., ce chimiste annonce avoir découvert un alcali végétal nouveau, qu'il nomme *althéine*, et qu'il a rencontré dans la racine de guimauve (*althæa off. malv.*), à l'état de malate acide. Les menstrues dont fait usage M. Bacon n'étant ni acides ni alcalins, l'opération ne traînant pas en longueur et s'effectuant à une température qui ne dépasse point celle de l'eau bouillante, on ne peut supposer une transmutation dans un ou plusieurs des principes de la racine explorée. Par là, la préexistence des alcalis organiques, qui jusqu'à cette époque était restée indécise, devenait irréfragable. M. Henry, chef de la Pharmacie centrale, sentant toute l'importance que pourrait avoir une telle découverte, mais ne trouvant pas suffisantes les preuves apportées par l'auteur, a bien voulu me commettre le soin de la

vérifier d'une manière rigoureuse. J'ai fait tous mes efforts pour répondre à cette confiance, et voici un abrégé du travail que j'ai entrepris à cet égard :

Procédé pour obtenir le Malate acide d'althéine de M. Bacon.

J'ai suivi à peu près le procédé de M. Bacon, et j'ai constamment réussi en me servant de l'alcool à 32°. J'observerai seulement que les cristaux que j'ai obtenus sous forme de prismes droits rhomboïdaux étaient incolores ; d'où il suit que la couleur d'un *vert d'émeraude magnifique*, assignée à ces cristaux par M. Bacon, leur est tout-à-fait étrangère.

Extraction de l'Althéine de M. Bacon.

J'ai suivi le procédé décrit par M. Bacon ; seulement j'ai agi à chaud. Par une évaporation lente de la colature, j'ai obtenu deux substances bien différentes : l'une était blanche, opaque, amorphe ; l'autre était verte, transparente et sous forme de prismes à 6 pans. (C'est l'althéine de M. Bacon ; j'avais pris pour cette opération des cristaux un peu jaunâtres.) Comme la substance amorphe n'avait pas été annoncée par M. Bacon, et qu'elle verdissait fortement le sirop de violette, je l'ai supposée un instant d'une nature particulière, et il m'avait semblé possible que la racine de guimauve, à l'instar de l'écorce du Pérou et de la semence du vomiquier, contînt deux alcalis, dont l'un plus facilement cristallisable que l'autre. Mais en lavant bien exactement à l'eau froide l'althéine de M. Bacon (c'est-à-dire les cristaux verts, etc.), j'ai vu qu'elle

perdait la propriété de verdir le sirop de violettes, et qu'elle pouvait même, mais à chaud seulement, rougir la teinture de tournesol. J'ai pu aussi, par la seule puissance de la cristallisation, enlever complètement la couleur verte de ces cristaux sans leur faire perdre la forme de prismes à 6 pans. Dans d'autres expériences, les cristaux décolorés ont pris, tantôt la forme de l'octaèdre rectangulaire, tantôt celle du prisme droit rhomboïdal. Dans tous les cas, ces cristaux, traités par la magnésie caustique, s'étant toujours convertis, à l'aide de la chaleur, en matière amorphe ci-dessus, j'en ai conclu que l'althéine de M. Bacon n'était autre chose que son malate coloré, et recouvert encore d'un peu de la matière alcaline que je viens d'indiquer, et qui me semblait devoir être regardée, à plus juste titre, comme l'alcali de la guimauve.

Avant de passer à l'examen des constituans du sel, il m'a paru méthodique de m'assurer des faits suivans : Calciné dans un petit creuset, le malate répand des vapeurs ammoniacales très-vives, et le creuset ne retient plus rien de pondérable dans une balance sensible à $\frac{1}{2}$ milligramme. Cela constaté, j'ai cherché à m'assurer si cette ammoniaque n'en faisait point partie. Pour cela, j'ai eu recours aux solutions concentrées de potasse à l'alcool, à la chaux vive, à la magnésie caustique; mais tous ces réactifs m'ayant laissé quelque doute, je me suis occupé à en trouver un qui me paraissait devoir être de quelque utilité, s'il pouvait faire reconnaître, sans donner lieu à aucune méprise, quand l'azote est en tout ou en partie à l'état d'ammoniaque. Dans cette intention, j'ai songé à l'emploi de l'hydrate

de plomb, qui fut essayé sur un sel ammoniacal à la surface duquel il occasiona d'abondantes vapeurs, au moyen de l'acide acétique mis à distance; accident qui ne se produisit pas avec les cristaux de M. Bacon. J'ai cru devoir signaler cet hydrate comme propre à remplir le but que je me proposais. J'appuierai encore l'usage de ce réactif sur ce qu'ayant fait choix d'une substance animale dont les élémens se dissocient avec une facilité extrême (l'urée), cette substance n'a donné lieu à aucun indice d'ammoniaque.

Ces préliminaires finis, j'ai cherché à m'assurer si la matière alcaline que j'avais obtenue était véritablement une espèce nouvelle, et je me suis proposé aussi d'isoler l'acide malique.

1°. J'ai tâché, par de lentes évaporations, de faire prendre une forme régulière à la matière alcaline; mais je n'ai pu, par ce moyen, que parvenir à en séparer une nouvelle quantité de petits prismes à 6 pans, et il m'est resté une substance transparente, amorphe, jouissant des propriétés de la matière alcaline, opaque. Par l'incinération de la substance transparente, j'ai retiré à peu près le $\frac{1}{9}$ de son poids d'une poudre blanche qui était de la magnésie. J'ai essayé en vain de séparer celle-ci de la substance non calcinée, en me servant d'alcool. N'ayant pas été plus heureux dans d'autres tentatives, j'ai soumis à l'action de réactifs appropriés une solution bien pure des prétendus malates d'althéine, et ces réactifs ayant été tous négatifs, je n'ai plus admis dès ce moment l'acide malique dans le sel de M. Bacon. Cependant, au commencement de mes recherches, j'avais cru assez volontiers que j'avais affaire à un ma-

:, et cela parce que, en traitant la substance cristal-
ie de la guimauve par l'hydrate de plomb, j'avais
enu une trop faible quantité d'un acide qui m'avait
ert un assez grand nombre des propriétés de l'acide
lique : ce qui avait peut-être encore plus contribué
ne faire adopter cette opinion, c'est qu'en saturant
r de l'acide malique retiré du malate de plomb la
ıtière alcaline, opaque (dont je n'avais pas encore su
parer une nouvelle quantité de cristaux par le seul
te d'une lente cristallisation), j'avais reproduit le pré-
ıdu malate d'althéine. Mais par le progrès de mon
ıvail ne pouvant bientôt plus conserver les idées de
. Bacon, j'ai cherché à obtenir une seconde fois
ıcide malique. En répétant le procédé que j'avais déjà
ivi, j'ai reconnu que pendant l'opération il se dé-
ıgeait de l'ammoniaque. Ce phénomène, que je n'avais
ıs encore remarqué, a été pour moi l'explication de
ıon erreur, et j'ai vu bientôt que l'acide que j'obtenais
e faisait pas partie des cristaux sur lesquels j'ai fait mes
ssais ; qu'il était d'une nature particulière, et que je le
ɔrmais en combinant dans un autre ordre les élémens
e ces cristaux. Voici le procédé pour obtenir cet
cide pur :

On traite à chaud 1 partie du sel de M. Bacon dis-
ous dans l'eau par de l'hydrate de plomb pur, repré-
entant 4 parties d'oxide sec. On fait bouillir jusqu'à
e que la liqueur distillée ne contienne plus de traces
l'ammoniaque au témoignage de l'acide acétique.
L'opération est très-longue. Ces conditions remplies,
ɔn filtre, on lave la poudre blanche, on la décompose
par un excès de gaz hydrogène sulfuré, lavé à l'eau de

baryte, et on obtient, par l'évaporation de la liqueur séparée du sulfure de plomb, un acide qui, purifié par trois cristallisations dans l'alcool à 20°, possède les propriétés suivantes :

Il est sous forme de petites plaques brillantes et assez semblables à celles de l'acide borique brisé ; il a peu de saveur ; il est peu soluble dans l'eau froide, moins soluble dans l'alcool. La solution aqueuse de cet acide rougit le tournesol et ne précipite pas

Les acétates de plomb,
Le nitrate d'argent,
Le muriate de baryte,
Le muriate de chaux,
Le sulfate de magnésie,
Les sels de fer au *maximum* et au *minimum*,
Le sulfate de cuivre,
Le sublimé corrosif,
Le sulfate de protoxide de manganèse,
L'émétique.

Il trouble légèrement l'eau de savon ; il décompose à froid le carbonate saturé de potasse ; mais il n'attaque pas le sous-carbonate, même en chauffant : une petite quantité de cet acide jetée au feu se boursouffle considérablement, répand une légère odeur de matière animale en combustion ; aussi la vapeur qui s'exhale ramène au bleu le tournesol rougi : cet acide sature très-bien les bases ; il forme avec la magnésie un sel très-soluble, incristallisable, très-alcalin et jouissant de toutes les propriétés que nous avons reconnues à cette substance alcaline transparente. Prévenu par M. Bacon que j'agissais sur un malate, il m'avait été difficile de

ıe pas coufondre le nouvel acide impur avec le maique. dont il avait alors les principales propriétés.

Connaissant beaucoup mieux la substance annoncee ıar M. Bacon, je l'ai mise en parallèle avec celles dont 'histoire nous est connue, et particulièrement avec 'asparagine, principe immédiat que nous devons aux ;avantes recherches de MM. Vauquelin et Robiquet. Ces deux substances ont de commun les propriétés néçatives des réactifs, et de plus, de grands rapports de :ristallisation. En effet, M. Haüy a reconnu que les :ristaux de l'asparagine dérivaient du prisme droit homboïdal, forme sous laquelle j'ai obtenu le corps jue j'étudiais. M. Henry ayant mis à ma disposition de 'asparagine, je me suis empressé de continuer l'examen :omparatif, et j'ai reconnu que l'asparagine avait la nême solubilité, la même facilité à cristalliser que la ubstance de M. Bacon; qu'elle présentait les mêmes phénomènes à l'action du feu; qu'elle agissait de la nême manière sur le tournesol, et que la magnésie la :onvertissait également en substance alcaline.

Les cristaux d'asparagine offraient, à la première vue, les octaèdres rectangulaires; mais, en les examinant ıvec plus d'attention, on reconnaissait :

1°. Que les faces séparées par chaque grand côté du ectangle formant arête, étaient de grandeur différente :t dissemblable ;

2°. Que seulement sur l'une des grandes faces on observait une concavité ressemblant parfois à une cas-ure écailleuse;

3°. Que les sommets de l'octaèdre étaient culminans lans le sens des petits côtés du rectangle; de sorte que

si les arêtes formées par les grands côtés du rectangle se fussent convenablement abaissées par des décroissemens, on aurait obtenu le prisme droit rhomboïdal ;

4°. On observait encore que les arêtes formées par les deux petits côtés du rectangle n'étaient pas tout-à-fait des arêtes, puisqu'elles offraient une petite surface, de sorte qu'en donnant à ces petites facettes un plus grand accroissement, on aurait eu un prisme à 6 pans, forme sous laquelle j'ai obtenu des cristaux d'asparagine ;

5°. Quant aux sommets des prismes, le nombre de leurs facettes m'a paru variable.

Maintenant, si j'examine l'octaèdre rectangulaire que m'a fourni le sel de M. Bacon, je remarque :

1°. Que les sommets de cet octaèdre sont culminans dans le sens des grands côtés du rectangle ; de sorte que, si les arêtes formées par les deux petits côtés se fussent convenablement abaissées par des décroissemens, on aurait eu aussi le prisme droit rhomboïdal, qui est la forme la plus habituelle de cette substance ;

2°. Que sur l'une des grandes faces il se trouve également une concavité ayant la même apparence que celle que nous avons aperçue sur les cristaux d'asparagine ;

3°. Que les arêtes formées par les grands côtés du rectangle ne sont pas non plus de véritables arêtes, puisqu'elles offrent une petite surface, de sorte qu'en donnant plus d'accroissement à ces petites facettes, on obtiendrait encore ici un prisme à 6 pans, forme sous laquelle j'ai obtenu beaucoup de cristaux ;

4°. Que les sommets de ces prismes à 6 pans sont variables.

Si on observe enfin que l'on passe à l'octaèdre rectangulaire par des décroissemens convenables sur les quatre angles solides obtus du prisme droit rhomboïdal, ne verra-t-on pas l'origine commune des deux octaèdres dont je viens de parler, et dont il serait facile d'expliquer les différences? Comme l'explication serait un peu longue, je la passerai sous silence. Ces rapprochemens cristallographiques et cette analogie de propriétés chimiques me font considérer ces deux substances comme identiques : peut-être même la matière cristalline de la réglisse, découverte par M. Robiquet, est-elle de même nature, puisque M. Haüy a reconnu que sa forme était l'octaèdre rectangulaire, dont les deux arêtes les plus courtes sont remplacées par des facettes.

Récapitulation.

1°. La couleur verte magnifique du malate acide d'althéine de M. Bacon lui est tout-à-fait étrangère.

2°. L'althéine du même chimiste n'est autre chose que le malate ci-dessus, accompagné de la matière alcaline que j'avais soupçonnée pouvoir être la nouvelle base végétale.

3°. Le malate acide d'althéine n'est point un sel; c'est une substance azotée particulière, qui jouit des propriétés de l'asparagine.

4°. Traitée par l'hydrate de plomb, cette substance azotée, que je considère comme étant de l'asparagine, donne lieu principalement à de l'ammoniaque et à un acide nouveau que l'on pourrait nommer *asparartique* (*asparagus ars*).

5°. La magnésie est susceptible de produire le même résultat que l'hydrate de plomb, et le sel qu'elle forme avec l'acide asparartique (asparartate de magnésie), jouit des propriétés de la matière alcaline transparente.

6°. Enfin, cette substance particulière ou asparagine de la guimauve est susceptible de prendre plusieurs formes par la cristallisation, qui sont : le prisme droit rhomboïdal, l'octaèdre rectangulaire avec différentes modifications et le prisme à 6 pans.

Depuis la lecture de ce Mémoire à l'Académie, j'ai, dans des recherches qui me sont communes avec M. Blondeau, rencontré l'aparagine dans la racine de grande consoude (*symphytum off.* Borrag.); de sorte que l'asparagine est maintenant reconnue exister dans trois plantes appartenant à des familles bien différentes.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 3 *septembre* 1827.

Le Ministre de l'Intérieur transmet l'Ordonnance du Roi par laquelle la nomination de M. Young est approuvée.

M. Deygalières adresse deux Oservations de maladies scrophuleuses guéries d'après les principes de sa nouvelle méthode.

M. Tournal fils, de Narbonne, annonce avoir découvert, près de cette ville, des cavernes à ossemens.

M. Lalanne, professeur à la Flèche, présente un instrument qu'il nomme *sécateur perspectif*.

M. Perkins lit un Mémoire sur de nouvelles machines à haute pression.

M. Dumeril rend compte des Recherches de M. Velpeau sur l'œuf humain.

M. Chevreul, au nom d'une Commission, fait un rapport favorable sur les Mémoires de M. Sérullas que nous avons dernièrement imprimés.

M. Blainville commence la lecture d'un Rapport sur le travail de M. Jacobson relatif à la reproduction des bivalves.

M. Parseval présente un Mémoire sur l'intégration des équations linéaires aux différences ordinaires et aux différences partielles.

M. Cauchy lit un Mémoire sur la détermination du reste de la série de Lagrange; il y détermine aussi les conditions de convergence.

Séance du lundi 10 *septembre*.

M. Rambur, médecin du département d'Indre-et-Loire, envoie la Description d'un enfant monstrueux qui présente deux corps avec une seule tête.

M. Blainville annonce, dans une communication verbale, qu'ayant eu l'occasion d'examiner l'organisation d'une espèce de térébratules, il s'est assuré que ces animaux n'ont presque rien de l'organisation des véritables Brachiopodes ou Palliobranches; qu'ils se rapprochent beaucoup plus des Bivalves ordinaires ou Lamellibranches, et qu'ils devront former un ordre distinct, intermédiaire entre ces deux ordres.

M. Navier lit le rapport sur le Mémoire de M. Clément, qui a paru dans le Cahier précédent.

MM. Julia Fontenelle et Poisson lisent une Notice sur un nouveau papier fait avec la réglisse.

M. Boisduval lit un Essai sur une monographie de la tribu des Zynéides.

Séance du lundi 17 septembre.

M. Raspail annonce avoir découvert dans les tiges souterraines du typha, une fécule qui a des caractères très-particuliers, et dont il donne la description; M. Milne Edwards dépose un paquet cacheté; M. Granier, ancien maire de Treffort, envoie le modèle d'une nouvelle machine de son invention; M. Haldat adresse deux Mémoires, l'un sur la diffraction, et l'autre sur le magnétisme en mouvement.

L'Académie a entendu dans cette séance : un Mémoire de M. Brisson intitulé : *Essai d'un système général de navigation intérieure de la France*; un second Mémoire de M. Cauchy sur l'application du calcul des résidus, aux questions de physique-mathématique; des Recherches de M. Robineau Desvoidy sur l'organisation vertébrale des animaux des classes inférieures; et un Mémoire de M. Becquerel sur les actions magnétiques excitées dans tous les corps par l'influence d'un aimant très-énergique.

Séance du lundi 24 septembre.

M. Gendrin, docteur en médecine, adresse des Recherches sur la chaleur des eaux thermales; M. Fo-

zembas de Bordeaux envoie un Mémoire sur les moyens d'établir des paratonnerres à peu de frais ; M. Tournal écrit une seconde lettre sur les cavernes à ossemens qu'il a découvertes.

M. Raspail lit un Mémoire sur l'alcyonelle des étangs.

M. Girard, au nom d'une Commission, rend un compte favorable d'un nouveau Mémoire de M. Vicat. (Ce Rapport a déjà paru dans le précédent Cahier.)

M. Dugez lit un Mémoire sur une conformation monstrueuse du cœur dans un enfant nouveau né.

M. Chevreul rend un compte détaillé du nouveau travail de MM. Robiquet et Collin, concernant les substances colorantes de la garance. (Nous ferons connaître plus tard ce Rapport, si toutefois nous n'imprimons pas le Mémoire en entier.)

M. Villermet lit un Mémoire intitulé : *Statistique des Conceptions.*

M. Velpeau présente de nouvelles Recherches sur l'œuf humain.

RECHERCHES *sur les Vibrations normales.*

Par le D[r] SAVART.

(Lues à l'Académie royale des Sciences, le 13 août 1827.)

C'EST un fait connu depuis long-temps, que les corps qui résonnent peuvent être le siége de plusieurs modes de division qui se superposent, et qui sont susceptibles de produire en nous la sensation distincte, quoique si-

multanée, d'un plus ou moins grand nombre de sons différens : c'est ainsi que quand une colonne d'air, une corde, une membrane, une cloche d'harmonica entrent en vibration, on entend divers sons aigus qui coexistent avec le son fondamental. Dans beaucoup de cas, on peut constater cette coexistence autrement que par la sensation qu'elle détermine sur l'organe de l'ouïe, tandis que dans d'autres on est encore réduit à n'en juger que par cette sensation même : ainsi on n'a jusqu'ici trouvé aucun procédé pour rendre visibles les subdivisions simultanées des cloches d'harmonica, des timbres et de beaucoup d'autres corps, tandis que celles des cordes s'aperçoivent très-bien à l'œil simple : il suffit, pour se convaincre de cette vérité, de placer un œil sur le prolongement de l'axe d'une corde; tandis qu'elle résonne, on voit très-distinctement, pour peu qu'elle soit longue, qu'elle s'infléchit de manière à se diviser en deux et en trois parties vibrantes, en même temps qu'elle se courbe dans toute sa longueur pour faire entendre le son le plus grave dont elle est susceptible. Dans tous les corps, ces subdivisions simultanées paraissent se produire avec une facilité extrême; néanmoins, ainsi que je vais le faire voir, il en est toujours une qui est liée plus intimement que toutes les autres au mode principal de division, et qui se prononce avec assez d'énergie pour qu'on puisse en constater l'existence par un procédé analogue à celui qu'on emploie pour reconnaître les courbures diverses que les corps solides affectent lorsqu'ils résonnent : ainsi, tandis qu'on fait vibrer une lame mince, bien plane et formée de quelque substance rigide et élastique, si on la recouvre

d'une couche légère de sable mélangé avec une poussière beaucoup plus fine, le sable dessine une figure qui indique le mode principal de division, et la poussière fine en trace une autre plus compliquée, qui est tellement liée à la première que, celle-ci étant donnée, celle-là peut être prévue à coup sûr; d'où il résulte que toutes les fois qu'un corps résonne, non-seulement il est le siége de plusieurs modes de division qui se superposent, mais encore que parmi tous ces modes de division il en est toujours deux qui se prononcent plus fortement que tous les autres. Mon but, dans ce Mémoire, est de mettre hors de doute l'existence de ce fait, et d'étudier les lois auxquelles il paraît soumis.

§ Ier. *Des Modes secondaires de division des lames circulaires.*

Les lames élastiques sont susceptibles de se diviser en parties vibrantes disposées d'une infinité de manières différentes, et tous ces modes de division peuvent se transformer les uns dans les autres par des nuances insensibles, de manière à produire tous les nombres possibles de vibration. Si l'on se borne à ne considérer que ceux de ces modes de division qui sont analogues entr'eux, on peut en former des séries qui peuvent être étudiées séparément : ainsi, par exemple, parmi tous les modes de division d'une lame circulaire il en est qui ne se composent que de lignes nodales diamétrales et qui forment une classe à part, tandis qu'il en est d'autres qui ne se composent que de lignes circulaires concentriques, et qui constituent encore une série

métrales, on reconnaît de même qu'elle est le siége d'un mode de division que j'appellerai secondaire, et qui se compose du même nombre de lignes diamétrales que le mode principal, et de plus d'une ligne nodale circulaire. Lorsque la figure principale est formée par un grand nombre de lignes diamétrales, comme les amplitudes des oscillations sont peu considérables, la ligne circulaire de la figure secondaire se trace presque entièrement, de sorte qu'on ne peut pas douter que les petits amas de poussière fine, qui se présentent à l'observation lorsque le nombre des diamètres est très-petit, ne soient les rudimens d'une ligne-nodale circulaire; et si l'on pouvait avoir quelques doutes à ce sujet, il suffirait, pour les lever, de remarquer que ces petits amas s'allongent d'autant plus que le diamètre des lames devient plus petit, l'épaisseur et le mode de division demeurant d'ailleurs les mêmes, de sorte que, passé un certain terme, la ligne circulaire se trace presqu'entièrement; ce qui indique que, si dans les lames très-grandes elle se réduit à des points placés sur le milieu de chaque ventre de vibration de la figure principale, c'est que l'amplitude des oscillations étant très-grande, le milieu de chacun de ces ventres est le seul endroit où la lame reste presque plane et horizontale, où par conséquent la poussière peut se réunir, tandis qu'à droite et à gauche de ce point la surface étant inclinée, les parcelles de poussière ne peuvent pas s'y arrêter.

Ainsi qu'il était naturel de le présumer, les lignes nodales diamétrales de la figure secondaire sont placées dans les mêmes lieux que celles de la figure principale;

c'est ce qu'on peut prouver facilement en plaçant une lame circulaire dans une pince armée de deux mâchoires de bois minces et assez longues pour qu'elles puissent serrer dans toute sa longueur l'une des diamétrales de la lame, disposition qui n'empêche pas les vibrations de se produire comme à l'ordinaire. On reconnaît, par ce procédé, que la figure secondaire se prononce aussi nettement que si la lame n'était fixée qu'à son centre, d'où il faut conclure que ce n'est pas le milieu d'un ventre de vibration du mode secondaire de division qui correspond à chaque ligne nodale de la figure principale, mais que les diamétrales nodales des deux mouvemens se superposent exactement. D'après cela, il ne paraît pas douteux que, dans le cas des lignes circulaires seules, il y a des lignes secondaires qui occupent le même lieu que les lignes nodales principales ; ce qu'on peut d'ailleurs prouver directement, en observant que ces dernières lignes peuvent aussi être touchées avec les doigts, et même pincées, en quelque point de leur étendue, entre les mâchoires d'un étaux, sans que le mouvement secondaire cesse de se produire.

Cette coexistence de deux modes de division s'observe non-seulement quand la figure principale ne présente que des lignes nodales diamétrales, mais encore quand les lignes de cette espèce sont coupées par un plus ou moins grand nombre de lignes circulaires. Dans tous ces différens cas, la figure secondaire se compose toujours du même nombre de diamétrales que la figure principale, et le nombre des lignes circulaires principales étant représenté par n, celui des lignes circulaires secondaires l'est par $2n+1$, en admettant qu'outre les

[redacted]

lignes secondaires apparentes, il y en a encore autant que de principales et qui sont cachées par elles, ainsi que cela a lieu pour les lignes nodales diamétrales. En admettant aussi cette superposition pour le cas des lignes circulaires seules, et en considérant le point formé par la poussière au centre des disques comme un cercle d'un diamètre infiniment petit, on peut dire encore que, dans ce cas, le nombre des lignes principales étant n, celui des lignes secondaires est $2n+1$.

D'après ce qui précède, il est donc évident que dans les lames circulaires il y a toujours un mode secondaire de division qui se prononce beaucoup mieux que tous les autres. Mais quelles sont les conditions qui rendent ainsi le mode secondaire tellement dépendant du mode principal que, celui-ci étant donné, on peut toujours prévoir celui-là? La solution de cette question paraît assez simple : en effet, parmi tous les modes de division qui existent avec le mode principal (et sans doute qu'il y en a un très-grand nombre), ceux qui ont le plus d'analogie avec lui, qui approchent le plus d'être composés du même système de lignes de repos, doivent se prononcer plus fortement que les autres; et de tous ceux qui pourront remplir cette condition, celui qui sera le plus simple sera aussi celui dont les parties vibrantes feront les plus grandes excursions. Ainsi, par exemple, dans le cas de deux lignes diamétrales qui se coupent rectangulairement, de toutes les figures secondaires composées d'abord de deux lignes rectangulaires, la plus simple, celle qui approche le plus d'être réduite à ces deux lignes, c'est celle qui s'accompagne d'une seule ligne circulaire; c'est aussi cette fi-

gure qui existe toujours avec le mode de division dont nous venons de parler. Il résulte de là, ce qui est d'ailleurs conforme à l'observation, que la figure secondaire doit être composée de parties vibrantes plus petites que celles de la figure principale, et que les sons secondaires doivent toujours être plus aigus que les sons principaux.

Mais maintenant, pourquoi le mode de division secondaire ne peut-il être marqué que par une poussière plus fine que celle qui trace la figure principale, comme s'il y avait une certaine liaison entre les amplitudes des excursions des parties vibrantes et le degré de ténuité des parcelles de poussière qui peuvent dessiner les lignes nodales? D'abord, je remarquerai que, quelle que soit la poussière qu'on emploie, elle peut toujours se rassembler sur les lignes de repos du mode principal de division, et que c'est seulement la figure secondaire qui ne peut être indiquée que par une poussière très-fine : or, si l'on fait attention à la différence qu'il y a entre du sable, qui est un assemblage de petits globules indépendans les uns des autres, et une poussière très-ténue, comme du lycopode, par exemple, ou même comme la poussière qui se dépose sur les meubles, dont toutes les parties contractent entr'elles et avec la surface de la lame une certaine adhérence, on concevra facilement que ces substances, d'ailleurs si déliées, étant placées sur le milieu d'une partie vibrante du mode principal de division, peuvent, sans se désunir, être transportées avec la partie de la lame sur laquelle elles reposent, surtout si elles se trouvent placées sur une ligne nodale du mouvement secondaire, c'est-à-

dire, entre deux portions du disque qui oscillent en sens contraire (1).

Pour pouvoir répéter les expériences dont je viens de parler, il faut employer des disques de laiton de plusieurs décimètres de diamètre, et de deux ou trois millimètres d'épaisseur ; il est indispensable qu'ils soient bien plans, d'égale épaisseur partout ; et pour qu'ils ne présentent point d'inégalités de densité, ni de rigidité, il est nécessaire de les faire recuire avant de les battre, et de n'employer pour cela qu'un marteau de bois un peu lourd : ils seront toujours assez raides et assez sonores lorsqu'ils seront bien plans.

Pour obtenir facilement les modes de division qui sont composés de lignes diamétrales, soit seules, soit combinées avec des lignes circulaires, il est bon de fixer le disque par son centre, au moyen d'une pince un peu forte, dont les mâchoires soient armées chacune d'un

---

(1) Souvent il arrive que la poussière fine se réunit pour former de petits amas qui quelquefois paraissent animés de mouvemens intestins très-singuliers, et qui d'autres fois sont entraînés progressivement, tantôt vers le centre de la lame, tantôt vers sa circonférence, et tantôt dans d'autres directions diverses : ces différens phénomènes, qu'on pourrait regarder comme des indices de mouvemens particuliers existant dans les lames vibrantes, dépendent uniquement des adhérences que les petites parties de poussière contractent entr'elles, ainsi que de la forme extrêmement variée que peut affecter le petit amas qu'elles constituent. Je me propose de revenir plus tard sur cette question, qui n'est pas liée intimement au sujet que je traite en ce moment.

petit cylindre dont les bases, qui se regardent, doivent être recouvertes d'un morceau de buffle un peu épais, afin de laisser à la partie centrale du disque, qui doit être placée entr'elles, le plus de liberté possible. Lorsqu'une lame circulaire est ainsi fixée par son centre, il est très-facile de lui faire produire un grand nombre de figures composées seulement de lignes diamétrales ; il suffit de poser légèrement le bout des doigts sur deux points de sa circonférence, écartés l'un de l'autre d'une quantité qui la divise en un nombre pair de parties, et de promener l'archet au milieu de l'intervalle compris entre les deux points qu'on a rendus immobiles. Par ce procédé, un disque de 4 décimètres de diamètre et de 2 millimètres d'épaisseur pourra facilement se diviser en plus de quarante parties vibrantes qui formeront des secteurs égaux. Il y a plus de difficulté à obtenir les modes de division composés de lignes diamétrales et de lignes circulaires, surtout quand le nombre de ces premières lignes est considérable ; mais on y arrivera cependant en rendant immobiles les deux points de la circonférence de la lame où viennent aboutir deux lignes diamétrales voisines dans la figure qu'on veut produire, et en posant légèrement un ou deux doigts dans l'endroit où doit se trouver la ligne circulaire. La position de cette dernière ligne est toujours facile à découvrir au moyen des figures secondaires : en effet, je suppose qu'on veuille obtenir la figure qui est composée de huit diamétrales et d'une ligne circulaire, on commencera par produire la figure qui n'est composée que de huit diamétrales, et la poussière fine, en se réunissant pour tracer la ligne circu-

laire du mouvement secondaire, indiquera la position de la ligne circulaire qu'on cherche.

Par les moyens d'ébranlement ordinaires, il est presqu'impossible d'obtenir les modes de division qui ne sont composés que de lignes nodales circulaires : Chladni n'a réussi à produire qu'une seule ligne de cette espèce, par l'ébranlement avec un archet : néanmoins il donne la série des sons qui conviennent aux modes de division composés de 1 — 7 lignes circulaires; mais cette série n'est pas tout-à-fait exacte, parce qu'il a donné les sons des figures distordues qu'il obtenait plus facilement, comme devant être les mêmes que ceux des figures régulières, ce qui est contraire à l'observation, ainsi que je l'ai fait voir ailleurs. M. Blanc, de Grenoble, avait proposé de produire ces mêmes modes de division en ébranlant les disques au moyen d'un tube de verre fixé à leur centre et perpendiculairement à leurs faces; mais ce procédé est insuffisant parce que les lignes nodales circulaires occupent alors des positions qui ne sont pas les mêmes que celles qu'elles occuperaient si les lames étaient isolées : en d'autres termes, le nombre des vibrations est changé par le contact du corps qui communique le mouvement. On peut éviter toutes les difficultés et tous les inconvéniens de ces deux genres d'ébranlement en pratiquant un très-petit trou au centre des disques, et en y faisant passer une petite mèche de crins dont on se sert comme d'un archet, et qu'on tient tendue en la tirant en sens contraire avec les deux mains, tandis qu'une autre personne maintient le disque dans une situation horizontale en le touchant seulement dans

les endroits où doit passer une des lignes de repos du mode de division auquel on veut donner naissance. La présence d'un trou de 2 ou 3 millimètres de diamètre pratiqué au centre d'un disque ne peut avoir qu'une influence excessivement petite sur le nombre des vibrations, surtout quand le disque a 4 ou 5 décimètres de diamètre ; il ne peut en résulter qu'un déplacement inappréciable, dans la position de toutes les lignes de repos, comme on peut s'en convaincre en remarquant que la poussière fine, qui doit toujours indiquer un point immobile au centre de la lame, pour toutes les figures secondaires de la série de modes de division dont il s'agit, ne laisse pas de se réunir à ce centre même, malgré la présence du trou. Par ce procédé, je suis parvenu à produire jusqu'à neuf lignes parfaitement circulaires et concentriques. Les tableaux suivans offrent la série des sons et des nombres de vibration que j'ai obtenue sur plusieurs lames circulaires qui étaient le siége de ce genre de mouvement.

Lame de laiton de $0^{m}.178$ de diam. et de $0^{m}.0018$ d'épaiss.

Nombre des lignes circulaires.	Sons.	Nombre des vibrations.
1	fa$_3$	5.3333
2	fa$_5$ +	21.3332 +
3	sol$_6$	48.0000

Lame de laiton de $0^{m}.336$ de diam. et de $0^{m}.0018$ d'épaiss.

1	sol$^{\#}_1$	1.5625
2	la$^{b}_3$	6.40000
3	si$_4$	15.0000
4	la$^{b}_5$	25.6000
5	mi$_6$	40.0000
6	si$^{b}_6$	57.6000

Lame de laiton de $0^{m}.375$ de diam. et de $0^{m}.0015$ d'épaiss.

1	impossible de l'obtenir.	
2	re$^{b}_3$	4.3200
3	mi$^{b}_4$	9.6000
4	ut$^{\#}_5$	16.6665
5	la$_5$—	26.6667
6	mi$^{b}_6$	38.4000
7	la$_6$—	53.3334
8	ut$^{\#}_7$	66.6662
9	Son trop aigu pour qu'on pût le distinguer.	

Lame de laiton de $0^{m}.487$ de diam. et de $0^{m}.0028$ d'épaiss.

2	mi$_3$	5.0000
3	fa$^{\#}_4$	11.1111
4	mi$_5$—	20.0000 —
5	si$_5$	30.0000

Il est à remarquer que cette série de modes de division a beaucoup d'analogie avec celle d'une verge libre par les deux bouts, et qui ne se diviserait qu'en un nombre impair de parties vibrantes : en conséquence, on doit la regarder comme incomplète. Pour la compléter, il faudrait pouvoir obtenir les modes de division qui sont composés de lignes circulaires et d'un point immobile qui occupe le centre de la lame ; mais ce genre de division, qui s'offre facilement à l'observation comme figure secondaire, ne peut pas être produit directement et avec facilité par les moyens connus d'ébranlement, au moins dans les lames rigides ; car on l'observe quelquefois dans les membranes circulaires ébranlées par communication : ce qui montre que, contrairement à l'assertion de Chladni, et conformément à celle de Ricatti, chaque diamétrale d'une membrane de cette espèce peut s'infléchir comme une corde et se diviser en 1, 2, 3..... parties vibrantes ; de même que, dans une lame circulaire rigide, chaque diamétrale peut s'infléchir comme une verge libre par les deux bouts : ce qui ne veut pas dire que la série des sons d'une membrane doit être la même que celle d'une corde, ni que celle d'une lame circulaire doit être la même que celle d'un verge libre par les deux bouts ; l'expérience montre le contraire, et l'on conçoit, en effet, que cela ne doit pas être, vu la dépendance qui existe entre toutes les diamétrales d'une membrane ou d'une lame circulaires.

§ II. *Des Modes secondaires de division des lames rectangulaires, des verges, des anneaux, et des membranes.*

Les lames rectangulaires, triangulaires, semi-circulaires, etc. sont aussi le siége d'un mouvement secondaire qui est intimement lié au mouvement principal : je me bornerai à considérer ce genre de phénomènes dans les lames rectangulaires et dans les verges prismatiques carrées.

De toutes les séries de modes de division dont les lames carrées sont susceptibles on ne connaît bien que la série qui se compose de lignes nodales parallèles et celle qui est formée par des lignes de repos qui se coupent rectangulairement. Dans le premier cas, on observe qu'entre chacune des lignes nodales principales et entre les deux lignes extérieures et le bord de la lame, la poussière fine trace d'autres lignes droites bien nettes qui, réunies à celles qui se placent dans les mêmes lieux occupés par les lignes de repos du mode principal de division, forment une somme égale à $2n+1$ quand le nombre des lignes principales est n ; mais lorsqu'il y a des lignes nodales qui se coupent rectangulairement, alors le phénomène paraît plus compliqué. Je suppose, par exemple, que la figure principale se compose de deux lignes perpendiculaires entre elles, et qui divisent en deux également chacun des côtés de la lame. Dans ce cas, la poussière fine forme à peu de distance de chaque angle un petit amas qui affecte ordinairement une forme circulaire. Alors, si l'on saisit la lame entre deux doigts, dans un de ces points, et qu'on applique

l'archet à-peu-près au quart de la longueur de l'un des côtés, il se produit un autre mode de division formé de trois lignes parallèles, coupées rectangulairement par trois autres lignes également parallèles, et les intersections les plus voisines des bords de la lame se font vers chaque angle, exactement dans les mêmes points où se réunissait la poussière fine à l'occasion du mode de division précédent; d'où l'on doit conclure que trois lignes nodales parallèles, coupées rectangulairement par trois autres lignes parallèles, constituent la figure secondaire de deux lignes qui se coupent perpendiculairement, et que le nombre des lignes de la figure principale étant exprimé par $2\, n$, pour conserver l'analogie avec les cas précédens où il n'y avait de lignes nodales que dans un sens, celui de la figure secondaire devient $4\, n + 2$, expression qui s'applique également au cas où les lignes nodales principales sont les diagonales du carré, et qui convient aussi quand le nombre des lignes qui se produisent dans un sens n'est pas le même que celui des lignes qui se produisent dans l'autre sens.

Quant aux lames rectangulaires dont les côtés diffèrent beaucoup en longueur, et dont la figure principale n'est formée que de lignes nodales perpendiculaires aux grands côtés, il peut se présenter deux cas selon que les petits côtés du rectangle sont plus longs que la moitié des grands ou selon qu'ils le sont moins. Dans le premier cas, les phénomènes se passent de la même manière que dans les lames carrées qui ne présentent que des lignes nodales parallèles : dans le second, la figure secondaire est d'un autre ordre que la

figure principale; elle est formée par le même nombre de lignes transversales, mais qui sont coupées par une ligne longitudinale. Il peut aussi arriver que la figure principale soit formée de lignes qui se coupent rectangulairement, alors la figure secondaire présente d'abord le même nombre de lignes transversales, et le nombre des lignes longitudinales principales étant n, celui des lignes secondaires de même nature est $2n+1$, de sorte que les lignes transversales peuvent être assimilées aux diamétrales des lames circulaires, et les longitudinales à leurs lignes circulaires.

Les verges prismatiques les plus minces et les plus étroites sont le siége de mouvemens secondaires aussi bien prononcés que ceux des lames de plus grandes dimensions. On les observe de même dans les anneaux plats, à section rectangulaire, et en général sur tous les corps qui présentent des faces planes qu'on peut recouvrir de sable. Mais il n'est point de corps où on les distingue plus facilement que sur les membranes ébranlées par communication; ils y sont d'ailleurs soumis aux mêmes lois que ceux des lames rigides de même forme: ainsi, quand le sable trace sur une membrane carrée un certain nombre de lignes nodales qui se coupent rectangulairement, si ce nombre est représenté par $2n$, celui des lignes tracées par la poussière fine est $4n+2$, pourvu cependant qu'on ne mette pas au nombre des lignes de repos de la figure principale les quatre lignes qui forment le contour fixe de la membrane; car, si on en tient compte, le nombre des lignes secondaires devient $4n-2$.

§ III. *Conséquences qu'on peut déduire des faits précédens.*

En résumant tout ce qui précède, on voit que l'existence des mouvemens secondaires est un phénomène général commun à tous les corps qui vibrent normalement; car quoiqu'il y ait certain corps, comme les cordes, par exemple, où il serait difficile d'en constater l'existence, l'analogie conduit si directement à l'admettre, qu'on ne peut guère contester la généralité de ce fait.

En partant de cette idée, que les modes secondaires de division sont en général d'une série différente de celle du mode principal, et en remarquant que lors des vibrations tangentielles longitudinales des verges droites, les points de la longueur qu'on peut toucher sans empêcher le mouvement de se produire, sont justement ceux que la théorie indique comme devant être immobiles, on serait conduit à regarder les lignes nodales hélicoïdales qui s'observent à la surface des corps qui sont animés de ce genre de mouvement, comme les traces d'un mode secondaire de division qu'on ne sait pas produire directement, et qui peut-être ne peut pas l'être à cause de l'extrême acuité du son auquel il donnerait naissance. Cette assertion ne paraît pas dénuée de fondement, surtout quand on remarque que les mouvemens normaux peuvent se transformer graduellement en mouvemens tangentiels lorsque la direction de l'ébranlement varie d'une manière convenable. Que devient alors le mouvement secondaire?

Il est très à présumer que le son qui résulte du mou-

vement secondaire, en se réunissant à celui du mouvement principal, est une des causes les plus influantes du timbre des divers corps sonores. En effet, un mode de mouvement qui est presqu'aussi prononcé que celui qui donne le son fondamental, doit nécessairement produire sur l'organe de l'ouïe une impression particulière qui n'est peut-être rien autre chose que le timbre. On remarque que les sons des corps dont le mouvement secondaire donne un son beaucoup plus aigu que celui du mouvement principal, ont un timbre très-clair et très-perçant : c'est ce qu'on observe dans les lames carrées et dans les disques dont le mode principal de division ne se compose que de lignes circulaires. Ce qui viendrait encore à l'appui de cette manière de voir, c'est que chaque mode de division d'un corps produit un son qui a des caractères particuliers, tellement distincts, qu'une oreille exercée peut, par le son produit, deviner le mode de division ; or, l'expérience montre que le rapport entre les nombres de vibrations des deux mouvemens, n'est pas une quantité constante, de sorte que le son secondaire, en se mêlant au son fondamental, doit le modifier diversement selon les différens cas. Le tableau ci-joint indique les sons correspondans des deux modes de division dans une lame circulaire dont les figures principales ne présentaient que des lignes nodales diamétrales.

Nombre des lignes diamétrales.	Sons principaux.	Sons secondaires.
2	ut_1	sol_3
3	re_2	re_4
4	ut_3	sol_4
5	$\text{sol}_3 +$	ut_5
6	$\text{ut}\#_4$	$\text{mi}_5 +$
7	$\text{fa}\#_4$	$\text{sol}_5 +$
8	$\text{si}\flat_4$	si_5

Dans certaines circonstances, les figures secondaires euvent être composées d'un très-grand nombre de lignes nodales, et alors il serait impossible de les obtenir directement par les moyens connus, à moins d'employer des lames d'une très-grande étendue ; ainsi, par exemple, une lame de cuivre jaune de trois décimètres e diamètre et de deux millimètres d'épaisseur, est susceptible de produire le mode de division principal qui st formé de quatre lignes nodales diamétrales, coupées ar cinq lignes circulaires, et alors la figure secondaire e compose du même nombre de diamétrales, mais coupées par onze lignes circulaires, mode de division impossible à obtenir directement. Cette prodigieuse facilité vec laquelle un corps solide peut ainsi s'infléchir à-la-fois dans tant de sens divers, et se diviser avec tant de

régularité, est sans doute un phénomène bien remarquable, surtout quand on fait attention qu'un très-grand nombre, et peut-être un nombre infini de semblables modes de division, qui deviennent de plus en plus compliqués à mesure qu'ils s'éloignent plus du mode principal, peuvent ainsi exister simultanément sans se confondre. L'intensité du son paraît dependre en grande partie du plus ou moins de facilité avec laquelle tous ces mouvemens peuvent coexister; car quand un son est très-intense on remarque toujours qu'il n'est pas simple, et qu'il est, au contraire, accompagné d'un grand nombre d'autres sons parmi lesquels il en est qui sont d'une acuité extrême. On pourrait penser que les modes de division qui donnent ces sons élevés ont entre eux de certains rapports analogues à ceux qui existent entre le mode principal et le secondaire, c'est-à-dire, qu'à ce dernier serait liée une subdivision encore plus élevée, à celle-ci une autre, et ainsi de suite. Quand ces phénomènes seront mieux connus, ils deviendront sans doute la base de l'harmonie.

RAPPORT *fait à l'Académie par M.* G. Cuvier, *sur les Ossemens de la grotte d'Oiselles.*

L'ACADÉMIE nous a chargés, MM. Brongniart, Beudant et moi, de lui faire un rapport sur les os recueillis dans la caverne d'Oiselles, près de Besançon, qui ont été adressés par M. le Préfet du Doubs à M. le Ministre de l'Intérieur.

Cette caverne est du même ordre qu'un grand nombre 'excavations semblables dont les montagnes de la Iongrie, de l'Allemagne et d'une partie de la France t de l'Angleterre sont percées, et qui toutes recèlent n plus ou moins grande abondance des ossemens d'animaux terrestres, pour la plupart étrangers à notre limat.

Dès le moyen âge, celles du Hartz étaient déjà céèbres, et par leur grandeur, et par l'immense quanité d'ossemens que l'on en tirait et que l'on vendait ux pharmacieus sous le titre d'*unicornu fossile.*

Celles des monts Crapacks en Hongrie furent décrites lans le 17e siècle. Après le milieu du 18e, celles du Fichtelberg en Franconie devinrent l'objet des reherches de plusieurs hommes instruits, et l'on en eprésenta les os avec une certaine exactitude.

Au commencement du siècle présent, on fit conaître celles de Westphalie, et plus nouvellement enore on en a découvert et décrit en Carniole. Enfin, lepuis quelques années il s'en est trouvé plusieurs en Angleterre et dans le pays de Galles, qui, ayant été examinées avec plus de soin que toutes les autres, ont fourni une quantité étonnante d'ossemens de toutes sortes d'espèces.

M. le professeur Buckland, qui a étudié avec un soin tout particulier les cavernes anglaises et les animaux dont elles recèlent les restes, a voulu se rendre compte de ce grand phénomène dans toute sa généralité, et il s'est transporté dans les diverses contrées de l'Allemagne, a pénétré dans toutes leurs grottes, en a dessiné des plans et des profils, et a publié sur ce sujet

[redacted]

un ouvrage plein d'intérêt, qu'il a intitulé : *Reliquiæ diluvianæ.*

C'est encore à ce savant géologiste que l'on doit la découverte des ossemens de la caverne d'Oiselles. A la vérité, l'on pouvait bien supposer que le Jura, qui est une continuation de l'Albe de Souabe et des montagnes à cavernes de la Franconie, qui contient lui-même plusieurs de ces excavations, qui en a même d'aussi célèbres par leurs stalactites qu'aucunes de celles de l'Allemagne, devait aussi offrir des restes des mêmes animaux; et, qui plus est, on avait déjà recueilli, dans une fente de rocher à Fouvent, département de la Haute-Saône, des os de plusieurs des animaux communs dans les cavernes anglaises, et surtout d'hyènes, d'éléphans et de rhinocéros. Mais personne n'ayant été à même de donner suite à ces recherches, on en était resté à des conjectures.

M. Buckland, visitant la caverne d'Oiselles, qui était depuis long-temps un objet de curiosité à cause de son étendue et des stalactites brillantes qui la décorent, s'aperçut qu'elle offrait toutes les apparences de celles de Franconie; il crut même pouvoir marquer l'endroit où les ossemens devaient être le plus près de la surface, et y ayant porté le marteau, il eut le plaisir de voir sa supposition confirmée.

M. le Préfet du Doubs, ayant accordé à cette curiosité naturelle de son département, tout l'intérêt dont elle était digne, demanda à S. E. le Ministre de l'Intérieur l'autorisation de suivre ces indications, et les fouilles qu'il a fait faire, et qui ont été dirigées avec beaucoup d'attention et de succès par M. Gévril, conservateur du

Cabinet d'Histoire naturelle de Besançon, ont bientôt révélé que cette caverne contient des ossemens en abondance aussi étonnante, qu'aucune de celles de la Franconie. M. le Préfet, d'après l'invitation du Ministre, a bien voulu adresser au Muséum d'histoire naturelle une certaine quantité de ces ossemens, et il nous a été aisé de nous assurer de leur espèce; ce qui nous a surpris, ce n'est pas qu'ils appartiennent à ce grand ours à front bombé que les naturalistes ont appelé spécialement l'ours des cavernes (*ursus spelæus*), parce que l'on n'a jamais trouvé ces os que dans une situation semblable à celle où ils sont à Oiselles; mais c'est qu'ils appartiennent tous à cette espèce, et ne sont jusqu'à présent accompagnés de ceux d'aucune autre.

Nous avons l'honneur d'en présenter des échantillons à l'Académie : elle peut y voir deux têtes bien entières, une portion d'omoplate, un humérus, un cubitus, un radius, un bassin assez entier, un fémur, un tibia, un astragale, un calcanéum, plusieurs os du carpe et du tarse, des os du métatarse et des phalanges; tous ces os sont d'ours, ainsi qu'il est aisé de s'en assurer par la comparaison avec ceux des espèces vivantes de ce genre; et quant à l'espèce particulière, sa détermination n'est pas moins facile au moyen de la tête entière d'*ursus spelæus* tirée des cavernes de Westphalie, que nous plaçons également sous les yeux de l'Académie. On verra qu'elle ne diffère des têtes d'Oiselles que parce qu'elle est un peu plus grande.

Les petites têtes d'Oiselles elles-mêmes, qui paraissent, au premier coup d'œil, très-différentes des grandes, ne sont que des têtes de jeunes individus. Pour le

prouver, nous plaçons à côté une tête de jeune ours qui n'a point encore ses crêtes, et qui offre absolument les formes de ces petites têtes.

Nous avons dit que cette identité d'espèces de tous les os nous avait étonnés ; et, en effet, dans les autres cavernes, pour peu que les fouilles aient été continuées, l'on a trouvé des os de tigres, d'hyènes et d'autres carnassiers, avec les os d'ours ; souvent même on y a recueilli beaucoup d'os d'herbivores ; mais il paraît que ces derniers sont principalement communs dans les cavernes où il y avait beaucoup d'hyènes, et que c'étaient les débris des cadavres dont ces hyènes avaient fait leur proie. C'est ce que M. Buckland a établi, surtout par cette circonstance que ces os d'herbivores portent encore presque tous les marques des dents de l'hyène. Il ne serait pas bien étonnant que l'on n'en trouvât point dans une caverne où il n'y avait que des ours, attendu que les ours étant essentiellement frugivores, et ne dévorant guère d'autres animaux que lorsque les fruits leur manquent, ils ont dû en entraîner beaucoup moins dans les grottes où ils faisaient leur séjour. On ne peut guère douter, en effet, qu'ils n'aient demeuré dans ces grottes et n'y soient morts paisiblement ; lorsque, en examinant leurs os avec attention, l'on s'aperçoit qu'ils n'ont pas été roulés, qu'ils conservent encore leurs proéminences les plus déliées, et que si quelques-uns ont souffert, c'est ou qu'ils ont été entamés par les dents de leurs semblables, ou qu'ils ont été brisés par les instrumens des ouvriers occupés à les déterrer. Les os plats et minces sont presque toujours fracturés dans ces cavernes à cause de leur fragilité, et parce que le seul

poids des animaux qui marchaient ou se couchaient sur eux suffisait pour les rompre.

M. Gévril nous écrit qu'à l'entrée de la caverne les os sont en fragmens et mêlés de beaucoup de cailloux roulés, ce qui fait croire qu'à une époque quelconque les eaux y ont pénétré avec beaucoup d'activité; à 400 mètres de l'entrée, les os sont beaucoup mieux conservés et les cailloux roulés beaucoup plus petits, ce qui fait supposer que si l'on poussait les fouilles jusqu'au fond qui est à 700 mètres, on pourrait y découvrir des objets encore plus intacts. Cette recherche serait sans contredit des plus intéressantes, et elle nous apprendrait probablement encore si cette caverne, par une disposition qui lui serait propre, ne contient vraiment que des ossemens d'ours.

Une couche de stalagmite, continue M. Gévril, a recouvert ces os dans certains endroits, de manière qu'ils y sont incrustés. A la partie que l'on nomme la *grande salle*, ils sont dans une argile durcie, mêlée de couches de chaux carbonatée stalagmitique; le tout est recouvert de couches d'argile depuis un jusqu'à huit pieds d'épaisseur.

Cette grotte est composée d'un grand nombre de chambres assez vastes; et quoique les issues en soient bouchées par de l'argile, on juge qu'elles avaient leurs entrées du côté opposé de la montagne : l'entrée actuelle a été produite par la fracture d'un rocher.

On peut faire un grand nombre d'hypothèses sur les causes de cette accumulation d'ossemens dans cette caverne, et l'Académie s'imagine bien que l'on n'y a pas manqué depuis tant d'années que des cavernes toutes sembla-

bles et remplies d'ossemens de la même sorte ont été observées dans un grand nombre de lieu ; mais ces sortes de problèmes indéterminés et susceptibles de plusieurs solutions, ne sont pas assez du goût de l'Académie pour que nous essayions de les résoudre devant elle.

Cependant, s'il était nécessaire de nous expliquer, nous dirions que cette nouvelle découverte confirme tout ce que les précédentes avaient déjà rendu probable ; savoir, que les animaux ont fait long-temps leur séjour dans ces cavernes ; que leurs débris s'y sont accumulés, et qu'ils y ont été enfouis par le limon qu'une grande inondation y a jeté en même temps que les cailloux roulés qui y sont si abondans ; inondation annoncée par tant d'autres effets, et que l'on doit probablement considérer comme une des plus grandes époques de l'histoire de l'homme.

Mais, nous le répétons, ces conjectures sont étrangères à la nature des travaux de l'Académie ; il vaut mieux lui annoncer que l'intérêt inspiré par ces importans dépôts en a fait encore découvrir de nouveaux en France, qu'on les étudie de toute part avec l'ardeur la plus louable, et que nous devons surtout attendre bientôt une description complète de la caverne de Lunel-Vieil dans le département de l'Hérault. Une Commission composée de savans distingués a été chargée de ce travail par M. le préfet de ce département, et ne laissera rien ignorer au public ni de la nature, de la direction et des connections des roches dans lesquelles la caverne est creusée, ni des fossiles que ces roches renferment, ni des ossemens déposés dans la caverne elle-même. On y trouve peu d'ossemens d'ours, mais beaucoup d'ossemens

d'hyènes, et par suite des ossemens d'une multitude d'herbivores de toutes les tailles.

Nous voyons par le Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux, qu'une caverne placée à Saint-Macaire dans ce département, contient aussi des os d'hyènes et d'herbivores, et déjà, il y a plusieurs années, nous avions eu des renseignemens analogues sur une caverne du département du Lot.

L'Académie jugera sans doute que l'on doit prier M. le Préfet du Doubs et M. le Ministre de l'Intérieur, de vouloir bien, chacun en ce qui le concerne, donner des ordres pour que les recherches soient continuées dans la caverne d'Oiselles, pour qu'on en lève le plan et le profil; que l'on constate avec soin la nature et la direction des couches pierreuses dans lesquelles elle est creusée, et surtout pour que l'on recueille avec soin jusqu'aux plus petits des os que l'on déterrera, afin de bien constater les espèces auxquelles ils ont appartenu.

Il sera facile à vos commissaires, si vous voulez bien les en charger, de rédiger sur ce sujet des instructions plus détaillées. Peut-être même jugerez-vous convenable de renvoyer à votre Commission administrative la question de savoir si l'Académie ne pourrait point concourir, pour sa part, aux dépenses que la continuation de ces fouilles pourra exiger. Comme on recueille beaucoup d'ossemens doubles, le partage que l'on en pourra faire avec le Cabinet de Besançon et les Dépôts pubics de la Capitale équivaudrait, et au-delà, à ces légères avances, qui sont d'ailleurs pour la science d'un in-

térêt général, et qui sous ce rapport rentrent complètement dans les dépenses auxquelles sont consacrés les fonds de l'Académie.

16 juillet 1827.

Sur *l'Oxide brun de chrome.*

Par M. Arnold Maus.

M. Maus cherche à prouver que l'oxide brun de chrome, dont on doit la découverte à M. Vauquelin, est une combinaison de protoxide de chrome avec l'acide chromique, que l'on peut obtenir en mêlant une dissolution de chromate de potasse avec le proto-chlorure de chrome, ou en faisant digérer de l'acide chromique avec le protoxide de chrome. Cependant le produit obtenu pouvant être un oxide intermédiaire, au lieu de la combinaison supposée, on l'a mis en digestion avec de l'acétate de plomb, et on a obtenu du chromate de plomb et de l'acétate de protoxide de chrome. Au moyen de la potasse, on peut aussi le changer en oxide vert de chrome et en acide chromique : traité par l'acide arsénique, il donne de l'arséniate de protoxide de chrome et de l'acide chromique qui reste en dissolution. Il faut seulement éviter un excès d'acide arsénique, parce qu'il dissoudrait le précipité au bout de quelque temps, et qu'il donnerait au liquide une couleur brune, si déjà on n'en avait séparé l'acide chromique.

Le précipité brun que l'on obtient par le mélange du chromate de potasse avec le chlorure de chrome se décompose peu à peu par de nombreux lavages à l'eau

froide ; il reste de l'oxide vert de chrome, et l'eau a entraîné l'acide chromique. L'eau bouillante opère cette décomposition plus promptement. De l'alcool affaibli ou une dissolution de sel ammoniac opèrent le même changement. L'eau décompose aussi le chromate de chrome ; elle entraîne plus d'acide chromique que d'oxide de chrome, et change par conséquent le rapport de saturation.

Ces résultats expliquent suffisamment la différence des analyses qui ont été faites de l'oxide brun de chrome, et l'on voit facilement qu'il n'est point possible d'obtenir aucun résultat précis avec l'oxide préparé de cette manière : tout autre procédé donne le même produit, et l'incertitude des résultats reste par conséquent la même.

Si l'on chauffe, par exemple, du nitrate d'oxidule de chrome, il se forme bien aussi du chromate du même oxide; mais ce sel retient toujours de l'acide nitrique qu'on ne peut chasser entièrement sans convertir le chromate en oxidule pur. On a cru que cet oxide brun n'était décomposé qu'à la chaleur rouge ; mais il n'en est point ainsi ; la décomposition a lieu beaucoup au-dessous du rouge, et à une température de très-peu plus élevée que celle qui décompose l'acide chromique pur.

Suivant Vauquelin, on obtient l'oxide brun en chauffant le chromate d'ammoniaque. Ayant chauffé ce sel graduellement jusqu'à la température à laquelle il commence à se décomposer, la décomposition de toute la masse s'est faite en un instant ; le résidu était de l'oxidule pur se dissolvant assez bien dans les acides concentrés. Si, un peu avant la décomposition, on élève

brusquement la température, elle se fera avec une apparence lumineuse semblable à celle que Unverdorben a observée en mettant en contact le fluorure de chrome gazeux avec le gaz ammoniaque.

L'acide chromique chauffé de manière à se décomposer peu à peu, n'a laissé que de l'oxidule pur sans trace d'acide chromique; ce qui prouve que le chromate d'oxide se décompose à peu près aussi facilement par la chaleur que l'acide chromique.

Par une digestion à froid, l'acide chromique dissout très-facilement l'hydrate de chrome, et même le carbonate. La dissolution est aussi brune que celle de l'acide chromique; elle ne se trouble point par l'ébullition, et par l'évaporation elle laisse une masse cassante, d'apparence résineuse, sans la moindre marque de cristallisation; elle attire l'humidité de l'air, se dissout dans l'alcool froid sans se décomposer, et ne donne aucun précipité avec l'acide carbonique.

On a fait l'analyse de la dissolution obtenue par une longue digestion de l'oxidule de chrome avec l'acide chromique. On a ajouté de la potasse en excès qui a dissous tout le précipité formé d'abord, et on a ensuite carbonaté l'alcali au moyen d'un courant de gaz carbonique, parce qu'on avait reconnu que l'oxidule de chrome dissous dans la potasse caustique produisait, à la température de l'ébullition, des traces d'acide chromique. En faisant ensuite bouillir la dissolution carbonatée, l'oxidule s'est précipité, et, après l'avoir bien lavé, on l'a dissous dans l'acide muriatique, et précipité par l'ammoniaque. Quant à l'acide chromique qui était resté en dissolution avec la potasse, on l'a réduit à

l'état d'oxidule au moyen de l'acide sulfureux, après avoir sursaturé la dissolution d'acide muriatique, et on a précipité l'oxidule par l'ammoniaque. C'est ainsi qu'on a trouvé que la combinaison de l'oxidule de chrome avec l'acide chromique était formée de :

Acide chromique...	72,21	ou 2 atomes.
Oxidule...........	27,79	1

On doit par conséquent la considérer comme un sel acide dans lequel l'oxigène de l'acide est quadruple de celui de la base.

Le chromate de peroxide de fer se comporte exactement comme le chromate d'oxidule de chrome. Il se décompose aussi par l'eau, surtout si elle est chaude ; il reste du peroxide de fer, et l'eau emporte en dissolution l'acide et une portion d'oxide.

L'acide chromique saturé d'hydrate de peroxide de fer donne un produit tout-à-fait analogue à celui que fournit l'oxidule de chrome, et qui contient :

Peroxide de fer.......	25,06 ;
Acide chromique......	74,94.

L'analyse du produit obtenu en faisant digérer à chaud de l'acide chromique étendu, sur de l'hydrate de peroxide de fer a donné le même résultat. En admettant que ce produit soit formé de 1 atome de base et de 2 atomes d'acide chromique, on trouverait 27 d'oxide et 73 d'acide. L'acide contient par conséquent à peu près quatre fois plus d'oxigène que la base.

M. Maus termine en observant que John avait déjà émis l'opinion que l'oxide brun de chrome était un cmposé d'oxidule de chrome et d'acide chromique,

parce qu'il l'avait obtenu en faisant digérer ces deux corps ensemble. Doebereiner avait embrassé la même opinion, sans cependant avoir fait aucune expérience sur cet objet. M. Maus n'a eu connaissance de l'opinion de John que par M. Mitscherlich, après avoir terminé son travail.

(*Annalen der Physik*, *etc.* 1827.)

NOTE *sur les Sels ammoniaco-mercuriels.*

PAR Mr E. SOUBEIRAN.

L'UN des derniers Numéros des *Annales de Chimie et de Physique* contient un Mémoire de M. Mitscherlich sur divers composés de mercure dont les résultats ne s'accordent pas avec ceux que j'ai publiés, l'année dernière, dans le *Journal de Pharmacie*. Bien que j'eusse apporté dans mes recherches toute l'attention possible, l'habileté de M. Mitscherlich me fit croire que j'avais pu avoir été trompé par quelque circonstance inaperçue, et cette idée me parut d'abord la plus vraisemblable en comparant les moyens analytiques assez compliqués dont j'avais fait usage, à ceux dont M. Mitscherlich s'est servi. Cependant, en reprenant ce travail pour m'assurer de la vérité, j'ai dû abandonner cette idée et reconnaître l'exactitude de mes premières analyses. J'entre dans quelques détails à ce sujet, en me bornant à parler des sels dont M. Mitscherlich et moi avons fait également l'analyse.

Le muriate ammoniaco-mercuriel insoluble, obtenu en précipitant le sublimé corrosif par un faible excès l'ammoniaque, est formé, suivant M. Mitscherlich, de :

Peroxide de mercure..........	82,41 ;
Hydro-chlorate d'ammoniaque...	17,59 ;

et suivant mon analyse, de :

Peroxide de mercure...	89,23 = 1 at. $\ddot{H}g$;
Hydro-chlorate d'ammon.	10,77 = 1 at. $AzH^3 + HCh$.

J'avais considéré ce corps comme une combinaison de bi-chlorure de mercure et de mercuriate d'ammoniaque; mais, pour plus de commodité, j'ai représenté ici ce sel ainsi que l'a fait M. Mitscherlich.

Le nitrate de mercure et d'ammoniaque obtenu par précipitation du deuto-nitrate de mercure au moyen de l'ammoniaque est composé, suivant M. Mitscherlich, de :

Peroxide de mercure..........	81,53 ;
Nitrate d'ammoniaque..........	18,47 ;
	100 ;

et d'après mon analyse, de :

Peroxide de mercure.	86 = 2 at. $2\ddot{H}g$;
Nitrate d'ammoniaque.	14 = 1 at. $Az^2H^6 + Az^2O^5$.
	100.

Nos résultats s'accordent en ceci, qu'en éliminant le peroxide de mercure, l'acide et l'ammoniaque se trouvent justement en proportion pour former de l'hydrochlorate ou du nitrate neutre d'ammoniaque. La ques-

tion se réduit par conséquent à déterminer exactement la proportion d'oxide de mercure. Pour y parvenir, je me sers du proto-chlorure d'étain, ainsi que l'a fait M. Mitscherlich, mais sans doute en opérant d'une autre manière. Je prends un petit matras à essais d'or, dont je coupe le col très-près de la panse. J'y pèse un gramme de sel mercuriel, et je le fais dissoudre dans 40 à 50 grammes d'acide hydro-chlorique pur et concentré. J'ajoute un excès de chlorure d'étain cristallisé, et je porte à l'ébullition pour réduire le mercure et dissoudre parfaitement tout l'oxide d'étain. Au bout de quelques instans, la presque totalité du mercure est précipitée en un globule ; une petite quantité seulement reste en suspension dans la liqueur. J'étends l'acide de son volume d'eau pour ne pas être incommodé par la vapeur, je laisse déposer, je décante au moyen d'une pipette, je lave à plusieurs reprises par décantation et je fais sécher le mercure à la chaleur modérée d'une étuve. Je le retrouve tout entier à l'état métallique, et les résultats sont d'une exactitude telle que plusieurs expériences successives ne diffèrent pas sensiblement les unes des autres.

J'ai toujours obtenu ainsi 0,795 à 798 de mercure métallique de 1 gramme de nitrate, et 0,819 à 0,822 par gramme de sel double muriatique ; ce qui est en parfait accord avec mes premiers résultats.

M. Mitscherlich ne donnant que peu de détails sur le moyen analytique dont il s'est servi, je ne puis avoir d'idée certaine sur la circonstance qui a pu le tromper. Je serais assez disposé à croire que l'erreur vient de ce qu'il fait usage d'acide faible. Celui-ci dissout mal l'oxide

'étain, et il est difficile de la séparer sans entraîner un ɩeu de mercure. Ce que je sais bien, c'est qu'en me ervant d'abord de ce moyen, j'ai constamment obtenu ıne proportion un peu variable de mercure, et toujours ılus faible qu'elle n'aurait dû l'être.

M. Mitscherlich s'est encore rencontré avec moi dans 'analyse du proto-nitrate ammoniaco-mercuriel; mais e n'ai pas eu à m'occuper d'une nouvelle analyse. En ·ffet, M. Mitscherlich a considéré comme un sel distinct e précipité gris qui se forme quand on verse de l'ammoııaque dans une dissolution de proto-nitrate de mer:ure, et il a bien évidemment analysé un mélange de leux sels différens. J'ai prouvé en effet que ce phénonène de précipitation est plus compliqué qu'on ne l'avait ɔensé, et qu'il se forme en même temps deux composés nsolubles. L'un est du sous-nitrate de mercure simple, 'autre est un proto-nitrate ammoniaco-mercuriel. Le nercure soluble d'Hanhemann n'est autre chose qu'un nélange en proportions variables de ces deux sels. J'ai ait voir que l'on pouvait à volonté augmenter la proɔortion de chacun d'eux en acidifiant plus ou moins la liqueur. J'ai isolé le sel triple mercuriel du nitrate simple, et l'analyse m'a fait voir que ce corps est analogue dans sa composition au deuto-nitrate ammoniacal. Sa composition est représentée par les élémens suivans :

Protoxide de mercure...	92,2	4 at. Hg^4;
Acide nitrique.........	5,92	1 at. $Az^2 O^5$;
Ammoniaque..........	1,88	1 at. $Az^2 H^6$.
	100.	

JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	752,44	+16,0	86	752,82	+18,0	70	752,63	+17,5	78	753,08	+14,0	88	+18,5	+12,5	Eclaircies.	S.
2	754,95	+16,5	85	755,37	+21,3	72	755,26	+20,4	70	757,78	+12,8	90	+21,9	+12,8	Eclaircies.	S S. E.
3	761,82	+12,5	90	762,30	+17,4	81	762,06	+19,2	76	763,80	+15,0	90	+19,2	+10,7	Très-vaporeux.	S O.
4	765,87	+13,5	89	765,80	+16,0	81	764,66	+17,5	74	764,82	+13,5	89	+17,5	+12,5	Couvert.	N. N E.
5	764,36	+13,5	88	763,07	+15,7	84	761,68	+19,0	69	761,08	+13,2	80	+19,0	+12,7	Beau.	N.
6	758,44	+11,6	83	757,40	+15,0	75	756,46	+17,5	62	756,38	+10,8	80	+17,5	+ 8,0	Beau.	N. N. E.
7	756,33	+10,6	87	755,65	+15,7	74	754,65	+17,5	63	754,08	+10,7	82	+17,5	+ 5,2	Quelques nuages	N.
8	751,00	+13,4	85	749,16	+17,1	75	747,20	+18,8	69	746,40	+14,0	87	+18,8	+ 7,3	Nuageux.	S.
9	745,46	+15,7	83	745,59	+18,2	76	744,67	+18,2	72	744,37	+12,5	83	+18,2	+12,5	Eclaircies.	S O. fort.
10	742,40	+14,5	88	740,40	+20,1	76	739,96	+15,5	90	740,40	+13,8	89	+20,1	+11,5	Couvert.	S.
11	743,10	+15,2	81	743,93	+11,5	74	743,80	+12,7	73	745,15	+ 8,0	87	+15,2	+ 8,0	Pluie fine.	S.
12	747,74	+12,0	86	748,05	+15,3	75	747,74	+14,8	70	746,43	+11,0	88	+15,3	+ 8,3	Nuageux	S. O.
13	745,52	+11,5	88	[illegible]	+12,0	88	761,26	+12,0	89	752,06	+11,1	90	+12,0	+11,0	Pluie continuelle	S S. E
14	752,70	+11,0	84	757,42	+14,6	73	[illegible]	+14,0	64	757,54	+10,5	84	+14,6	+ 6,8	Très-petites éclairc.	O.
15	758,08	+12,4	87	758,87	+16,5	75	759,27	+15,0	71	760,27	+12,5	90	+16,5	+ 8,5	Petits nuages.	S.
16	760,42	+13,5	88	759,90	+16,3	75	758,00	+16,8	70	758,55	+ 9,5	87	+16,8	+ 9,0	Eclaircies.	S.
17	755,93	+ 9,5	89	755,00	+14,[illegible]	71	753,83	+15,2	74	752,44	+12,7	84	+16,2	+ 4,7	Beau.	S. S. E
18	751,88	+14,7	85	751,70	+19,0	76	750,94	+19,6	75	751,22	+15,[illegible]	87	+19,6	+11,2	Nuages.	S. S E.
19	752,00	+16,7	88	[illegible]	+18,2	85	751,02	+19,6	77	750,78	+11,5	90	+19,6	+15,7	Nuageux.	S S E.
20	750,03	+14,5	89	748,95	+16,6	86	[illegible]	+19,5	[illegible]	[illegible]	+15,1	89	+19,5	+14,0	Nuageux.	N. O.
21	747,55	+14,7	88	747,30	+15,2	73	746,94	+14,7	70	746,34	+11,0	89	+16,2	+11,0	Couvert	O.
22	742,50	+14,5	88	741,65	+15,5	70	739,80	+15,5	[illegible]	739,64	+11,8	90	+15,6	+11,5	Couvert.	S S. O.
23	741,23	+11,9	84	741,10	+15,5	80	741,08	+14,0	74	741,98	+12,0	89	+15,5	+10,0	Quelques éclaircies.	S S. O fort.
24	746,00	+11,5	89	750,44	+15,4	85	752,93	+11,0	84	[illegible]	+10,8	88	+15,4	+10,8	Petites éclaircies.	O. N O.
25	761,28	+17,5	87	761,80	+16,9	80	761,61	+17,1	72	762,20	+11,9	84	+17,6	+ 8,4	Couvert.	S E.
26	761,00	+12,3	87	760,38	+15,3	79	758,55	+16,0	66	756,79	+11,3	86	+16,9	+ 8,5	Légers nuages.	E S. E.
27	753,02	+11,2	84	751,72	+16,9	74	749,96	+17,1	74	[illegible]	+14,0	86	+17,1	+ 7,0	Légers nuages.	S. S O.
28	742,88	+11,0	89	742,54	+16,5	88	742,46	+1[illegible],5	71	741,80	+13,6	88	+16,5	+11,4	Couvert.	S. O.
29	751,33	+ 7,1	85	752,30	+ 9,0	[illegible]	754,14	+ 9,[illegible]	[illegible]	757,22	+ 7,0	76	+ 9,7	+ 7,0	Beau.	E. N. E.
30	757,80	+ 6,9	87	[illegible]	+10,[illegible]	83	754,56	+10,8	71	754,24	+ 5,5	87	+10,8	+ 4,8	Couvert.	O. N. O.
31	750,70	[illegible]	[illegible]	750,22	+12,1	85	749,40	+12,2	[illegible]	751,75	+10,3	89	+12,2	+ 8,0	Quelq. pet. éclairc.	O. S. O.
1	755,33	+13,8	86	754,81	+17,5	77	753,91	+18,1	72	754,31	+13,0	86	+18,8	+10,6	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	751,80	+13,1	87	751,47	+15,4	78	750,82	+16,0	75	751,21	+12,3	88	+16,5	+ 9,4	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 6,875
3	750,65	+11,6	87	750,59	+14,5	77	750,19	+14,5	72	750,71	+11,1	86	+14,8	+ 8,9	Moyenn. du 21 au 31	Terrasse, 6,130
	752,53	+12,8	88	752,23	+15,8	78	751,60	+16,1	73	752,09	+12,1	86	+16,6	+ 9,6	Moyennes du mois,	+ 13,1.

SUITE

Du Mémoire sur la Compression des Liquides.

Par MM. Colladon et Sturm, de Genève.

§ II.

Chaleur dégagée par la compression des liquides.

Les phénomènes de chaleur qui résultent de la compression des corps ont attiré depuis quelques années l'attention de plusieurs géomètres et physiciens. La connaissance de ces phénomènes se lie aux questions les plus importantes de la physique, et pourrait conduire à des conséquences d'un haut intérêt sur la nature même de la chaleur et sur les rapports qui existent entre ce fluide et les différens corps.

Ces recherches ont encore acquis une nouvelle importance pour les géomètres depuis que M. Laplace en a montré l'application à la théorie du son, et prouvé qu'en tenant compte de la chaleur dégagée dans la compression de l'air, on fait coïncider la formule mathématique du son avec les résultats fournis par l'expérience.

Les phénomènes du dégagement de chaleur par la compression des gaz nous sont aujourd'hui presque entièrement connus, grâce aux travaux de M. Gay-Lussac, de MM. Clément et Désormes, et aux recherches plus récentes de MM. de Larive et Marcet.

On doit à MM. Berthollet et Pictet des observations sur l'élévation de température qui résulte de la compres-

[redacted]

sion des métaux dans le frappé des médailles; Rumford et M. Morosi ont fait des recherches sur la chaleur dégagée par le frottement des métaux; mais, vu l'extrême difficulté de ce genre d'expériences, il est bien peu probable que l'on parvienne à des résultats bien précis.

Quant au dégagement de chaleur qui semble devoir accompagner la compression des liquides, il n'a point encore été reconnu d'une manière directe; les seules expériences qui aient été faites jusqu'ici sur ce sujet sont celles de M. Dessaigne, et celle que M. Œrsted a consignée dans son Mémoire sur la compressibilité de l'eau.

Le premier a annoncé, dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société philomatique*, qu'il est parvenu à dégager de la lumière de plusieurs liquides, en les soumettant à une compression forte et subite. M. Œrsted dit (*Annales de Chimie*) avoir essayé vainement de produire de la chaleur par une compression de l'eau égale à six atmosphères. Il était douteux, d'après son expérience, que l'on pût parvenir à mesurer avec exactitude le dégagement de chaleur que doit produire la compression des liquides. Il fallait même, pour pouvoir espérer de la rendre sensible, employer un appareil où l'on pût reconnaître de très-faibles degrés de chaleur, et qui fût capable en même temps de résister à des pressions et à des chocs considérables. Celui que nous avons adopté nous paraît satisfaire à la fois à ces deux conditions. Il consiste (*voy.* fig. 5) en un ballon de verre *bb* dont la capacité intérieure est d'environ $\frac{1}{4}$ de litre, et dont les parois épaisses de 25 à 35 millimètres peuvent supporter des compressions rapides d'un grand nombre d'atmo-

sphères. Au centre de ce ballon est suspendue la spirale *t* d'un thermomètre de Bréguet. Un petit cadran placé au-dessous sert à mesurer les déviations de l'aiguille. Ce thermomètre se trouve ainsi plongé dans une masse suffisante de liquide, et il est impossible que la température de celui-ci puisse varier sans qu'on n'en soit averti à l'instant même.

La résistance du liquide rendait l'observation de ce thermomètre beaucoup plus facile qu'elle ne l'est dans les gaz où la vacillation de l'aiguille rend ses indications difficiles à observer. Le ballon ayant été rempli avec de l'eau distillée privée d'air par l'ébullition, nous l'avons vissé à une pompe de compression fixée solidement à un étau. Pour connaître d'abord l'effet d'une compression lente sur la température du liquide, nous nous sommes servis d'un tour à vis sans fin adapté au cylindre de la pompe. En comprimant l'eau du ballon jusqu'à 36 atmosphères, nous avons observé une déviation de l'aiguille du thermomètre, mais en sens contraire de celle qu'aurait produit un accroissement de température. Cette déviation était d'environ un degré de la division du thermomètre pour 12 atmosphères. Elle s'explique très-bien par l'inégale compressibilité des deux métaux qui le composent. N'ayant pas d'expérience précise sur la mesure de la compressibilité du platine, nous ne pouvons décider si la déviation était exactement ce qu'elle devait être d'après l'inégale compressibilité de ce métal et de l'argent, ou si elle était diminuée par un très-petit accroissement de température. Cependant, si l'on fait attention que pour le plus grand nombre des métaux une différence de pression d'aumoins 15 atmosphères

ne produit qu'une contraction qui équivaut tout au plus au changement de volume produit par un abaissement de température d'un seul degré, on en pourra conclure avec certitude qu'une compression lente de 36 atmosphères ne produit pas un changement de température d'un seul degré. Pensant que la rapidité de la compression pouvait avoir quelque influence, nous avons supprimé la vis sans fin du tour et nous nous sommes servis d'un levier *ll* pour opérer cette compression. Par ce moyen, nous pouvions produire une pression de 30 atmosphères en moins d'un quart de seconde. Les déviations de l'aiguille ont été exactement les mêmes et dans le même sens que pour une compression plus lente. Cependant, comme cette compression ne pouvait pas être considérée comme instantanée, nous avons fait des expériences semblables en faisant frapper sur le piston à coups de marteau. Indépendamment des légères oscillations imprimées à l'aiguille du thermomètre par l'action du choc, nous avons encore observé une déviation constante et négative, quoique les coups du marteau eussent été assez forts pour refouler beaucoup le métal à l'extrémité de la tige du piston.

En répétant ces expériences sur l'alcool, nous avons obtenu des résultats semblables. Seulement la déviation nous a paru moindre, et même les coups de marteau paraissaient occasionner une légère déviation en plus sur le thermomètre.

L'éther sulfurique était le liquide le plus propre à rendre sensible un dégagement de chaleur, puisque sa compressibilité est presque triple de celle de l'eau. En

conséquence, nous avons remplacé l'alcool par de l'éther à 64 degrés.

Les compressions lentes de 30 et 36 atmosphères n'ont eu presque aucune influence sur le thermomètre; l'aiguille a paru presque stationnaire, et la contraction de l'hélice a été sensiblement nulle; ce qui indiquait que la chaleur dégagée devait être de 1 à 2 degrés. Mais lorsque nous avons substitué à ces moyens de compression le choc des coups de marteau, constamment l'aiguille a indiqué une élévation de température comprise entre 4 et 6 degrés du thermomètre de Bréguet.

Nous avions déjà reconnu cette élévation de température dans des expériences précédentes faites avec des pressions subites de 40 atmosphères, au moyen du même appareil, dans lequel la pompe de compression était remplacée par un récipient plein d'air comprimé *r* (fig. 6), muni d'un manomètre communiquant avec l'intérieur du ballon; et les résultats que nous avions obtenus n'avaient pas différé beaucoup de ceux qu'ont produit les coups de marteau. Ce moyen a l'avantage d'occasioner une pression parfaitement déterminée et qui ne varie point pendant l'expérience; cependant, comme il est difficile de comprimer l'air à de si hautes pressions et que l'effort nécessaire pour ouvrir subitement le robinet agitait l'aiguille presqu'autant que les coups de marteau, nous avons employé préférablement la pompe de compression. Si l'on essaie des expériences analogues en remplaçant le thermomètre Breguet par de petits thermomètres à mercure très-sensibles, ouverts à leur extrémité supérieure, on observe presque constamment une élévation de la colonne capillaire qui paraît indiquer

des accroissemens sensibles de température ; mais nous avons reconnu que cette élévation provient de l'inégale compression que supporte la boule au dedans et au dehors, parce que le frottement de la colonne de mercure dans le tube capillaire empêche la compression de se transmettre instantanément à celui que contient la boule.

Il nous paraît démontré par ces expériences 1°. que la température de l'eau ne s'élève pas sensiblement par une compression subite de 40 atmosphères ; 2°. que pour l'alcool et pour l'éther sulfurique, une compression de 36 et 40 atmosphères opérée dans plus d'un quart de seconde, n'élève pas leur température de plus d'un degré centigrade ; mais qu'une compression plus rapide, telle que celle que peut produire un coup de marteau, opérée sur l'éther sulfurique, dégage assez de chaleur pour élever sa température d'environ 4 à 6 degrés centigrades.

Nous donnerons, à la fin de ce Mémoire, une nouvelle preuve du peu de chaleur dégagée dans une compression rapide de l'eau, déduite de la comparaison de la vitesse du son observée dans ce liquide avec celle que donne la formule de M. Laplace indépendamment de toute élévation de température. Cette comparaison nous offrira une vérification précieuse des expériences contenues dans cet article.

Il est sans doute difficile de concilier en théorie ces résultats positifs avec les expériences de M. Dessaigne ; mais rien n'autorise à affirmer que la lumière que ce physicien dit avoir observée dans ces liquides par des compressions très-puissantes soit l'indice d'une haute

élévation de température. Il faut ranger ce phénomène dans la même classe que celui du dégagement de lumière produit par la compression de quelques corps solides, des quartz, par exemple, qui, lorsqu'on les choque dans l'obscurité, paraissent lumineux, sans que pour cela leur température s'elève sensiblement, lors même que l'on réitère plusieurs fois ce choc.

§ III.

Recherches sur l'influence de la Compression sur la conductibilité électrique.

Pour ces recherches (*v.* fig. 7), nous avons pris des tubes de verre longs d'environ 3 décimètres, fermés aux deux bouts; aux extrémités étaient soudés à la lampe des fils de platine communiquant à l'intérieur, et destinés à y faire passer le courant. La compression se transmettait au liquide contenu dans ce tube par le moyen d'un second tube *t*, soudé au milieu du premier et perpendiculairement à sa longueur, de manière à former une figure semblable à celle d'un T. C'est au moyen de ce second tube qu'on remplissait l'appareil du liquide. On l'adaptait ensuite à une pompe de compression munie d'un manomètre *mm*.

Au moyen de cet appareil, le liquide qui transmettait le courant pouvait être comprimé, sans qu'aucune cause, autre que la compression, pût influer sur sa conductibilité. Pour avoir un courant d'une intensité sensiblement constante pendant le temps nécessaire pour une expérience, nous avons employé une pile à auges chargée avec de l'eau pure ou légèrement salée. Une

des extrémités correspondait à un galvanomètre à deux aiguilles *g*, dont le fil se trouvait compris dans le circuit. On réglait d'abord la pile de manière qu'en complétant le circuit avec le liquide introduit dans le tube, la déviation du galvanomètre fût au moins de 15 degrés plus faible que celle qu'on obtenait en le complétant avec du mercure. On était donc sûr que cette diminution de 15 degrés était due à l'imparfaite conductibilité du liquide soumis à l'expérience, et qu'elle était suffisante pour que l'on pût apprécier de très-petites différences de conductibilité. En effet, nous nous servions d'un galvanomètre dont l'aiguille supérieure portait un fil de verre très-fin, qui mesurait les déviations sur un arc de cercle de trois pouces de rayon, et donnait très-facilement des quarts de degrés.

Un de nos appareils ayant été rempli d'eau distillée, on y fit passer un courant qui fit dévier l'aiguille de 22 degrés. En supprimant cette colonne d'eau intermédiaire, et la remplaçant par du mercure, la déviation s'éleva à 76°. Dans ce cas, la différence de déviation due au peu de conductibilité de l'eau était de 54°.

Voici le tableau des déviations observées pour des pressions de 5, 10, 20, 30 atmosphères :

	Atmosphères.	Degrés de déviation.
Eau pure.	1	$22\frac{3}{4}$
	5	$22\frac{1}{2}$
	10	$22\frac{1}{4}$
	20	23
	30	23.

On voit par ce tableau que le rapprochement des molécules de l'eau dû à la compression de ce liquide n'a

pas une influence bien sensible sur sa conductibilité. La différence de déviation d'un quart de degré est trop petite pour qu'on puisse en conclure avec certitude une variation de conductibilité. Ce résultat mérite d'autant plus d'être remarqué, que ces 30 atmosphères produisent une contraction équivalente à celle que produirait un abaissement de température de 3 degrés, et qu'une telle diminution de chaleur fait varier sensiblement la conductibilité de l'eau.

Une expérience semblable faite avec une dissolution concentrée d'ammoniaque a donné le même résultat, c'est-à-dire que la déviation du galvanomètre était sensiblement la même lorsque le courant traversait ce liquide comprimé ou non comprimé.

En faisant passer le courant au travers d'une longue colonne de mercure contenue dans un tube capillaire, nous n'avons pu également obtenir aucune variation de conductibilité. Il n'en a pas été de même pour l'acide nitrique. Nous avons trouvé, en le comprimant, que la déviation de l'aiguille diminuait d'une quantité notable, comme le montrent les résultats suivans déduits de trois expériences.

	Atmosphères.	Degrés de déviation.
Acide nitrique.	1	47
	5	47
	10	46 $\frac{3}{4}$
	20	46
	30	44 $\frac{3}{4}$.

Lorsqu'on supprimait la colonne d'acide nitrique et qu'on la remplaçait par une goutte de mercure, la dé-

viation s'élevait à 63°. La différence de 16° provenait par conséquent de la conductibilité imparfaite de l'acide nitrique. La diminution de conductibilité dans cet acide, lorsqu'il est soumis à de fortes pressions, ne nous paraît pas provenir de l'obstacle que pourrait opposer au passage de l'électricité le rapprochement de ses particules, puisque dans des liquides plus compressibles, tels que l'eau pure et l'eau saturée d'ammoniaque, ce rapprochement n'influe pas sur la conductibilité. Il nous semble que ce phénomène doit être attribué à une autre cause, c'est-à-dire, au changement que l'accroissement de pression produit dans la force d'affinité des élémens du liquide.

On ne peut expliquer plusieurs phénomènes de conductibilité dans les corps liquides, par exemple, le peu d'intensité d'un courant qui passe à travers de l'eau pure, et l'accroissement considérable de cette intensité par l'addition d'une très-petite quantité d'un acide, d'une base ou d'un sel soluble, qu'en admettant avec plusieurs chimistes et physiciens célèbres que cette transmission du courant s'opère par une suite de compositions et de décompositions successives. Il y a, sans doute, dans tous les cas, une portion de l'électricité qui est transmise par le corps liquide, indépendamment de toute action chimique. Ainsi, dans le mercure, on ne peut soupçonner aucune composition et décomposition possible. L'eau parfaitement pure conduit l'électricité à haute tension, sans aucune séparation de ses élémens. Mais pour des liquides non métalliques et lorsque la force électro-motrice, qui produit le courant, n'a qu'une faible tension, la plus grande partie de l'é-

lectricité se transmet à travers le liquide par le transport des molécules électro-positives et électro-négatives. La facilité de décomposition doit alors influer d'une manière puissante sur l'intensité du courant, et cette intensité diminuera, si une nouvelle cause vient mettre obstacle à la séparation des élémens. Il nous paraît probable que c'est à cette cause que tient la diminution que nous avons observée dans la déviation du galvanomètre, lorsque l'acide nitrique, qui transmettait l'électricité, était soumis à de fortes pressions. En effet, il a été bien établi par les recherches de M. Hall et plusieurs autres qui ont été faites depuis, qu'une forte pression diminue ou empêche la décomposition d'un grand nombre de substances, surtout lorsqu'elles contiennent des élémens gazeux. Il est donc possible que la décomposition rapide de l'acide nitrique par le courant de la pile ait été ralentie par la compression, et qu'il en soit résulté une diminution dans l'intensité du courant. Si telle est réellement la cause de cette diminution de conductibilité dans l'acide nitrique comprimé, il est probable que le même phénomène a lieu pour l'eau distillée ou chargée d'ammoniaque; mais que, vu son peu de conductibilité, la différence ne peut être mesurée.

De l'observation générale des principaux faits mentionnés dans cet article, nous croyons pouvoir conclure qu'une pression de 30 atmosphères ne change pas d'une manière sensible la conductibilité électrique du mercure, d'une solution concentrée d'ammoniaque et de l'eau distillée; qu'elle produit une diminution dans la conductibilité de l'acide nitrique, et que cet effet peut

s'expliquer par l'obstacle que la pression oppose à sa décomposition.

§ IV.

Vitesse du son des liquides.

On sait depuis long-temps que le son se transmet à travers les corps solides et liquides, comme dans l'air et dans les fluides aériformes. La connaissance du degré de compressibilité de l'eau ou de tout autre liquide, donne le moyen de déterminer la vitesse avec laquelle le son doit s'y propager. MM. Young et Laplace ont signalé cette application importante. Ils ont donné la formule à l'aide de laquelle, connaissant le degré de contraction qu'éprouve un liquide pour un accroissement donné de pression, on peut calculer la vitesse de la propagation du son dans une masse indéfinie de ce liquide. On calcule également par la même formule la vitesse du son dans les corps solides, pourvu que l'on connaisse la contraction qu'éprouve leur volume pour une pression donnée. M. Poisson a traité cette question dans un savant Mémoire qui fait partie de ceux de l'Institut pour 1819 (pag. 396—400). On y trouve la démonstration développée de la formule dont il s'agit.

La théorie étant aussi complète qu'elle peut l'être, il ne restait plus qu'à la comparer avec l'expérience, soit afin de vérifier l'une par l'autre, soit afin de découvrir la différence qui pouvait exister entre elles. Nous avons donc entrepris une suite d'expériences sur la vitesse du son dans l'eau, seul liquide où de telles expériences soient possibles, dans le dessein de comparer la vitesse observée avec la formule théorique qui doit la représenter.

On verra plus loin le détail de nos moyens d'expériences et de nos résultats. Mais avant de les exposer, il nous paraît convenable de rappeler sommairement les points principaux de la théorie du son, et particulièrement la formule qui sert à calculer sa vitesse dans les substances liquides ou solides.

Newton est, comme on sait, le premier qui ait recherché les lois de la propagation du son dans l'atmosphère. Il considère une ligne indéfinie de molécules d'air, et suppose qu'une portion d'une petite étendue de cette ligne d'air soit primitivement ébranlée; il montre que cet ébranlement se propage de proche en proche dans toutes les tranches de la colonne d'air, comme on voit se faire la communication du mouvement dans une série de billes élastiques, et il détermine le temps que cet ébranlement, qui produit la sensation du son, emploie à parvenir à une distance quelconque de son origine. Il trouve que la propagation du son est uniforme; et que la vitesse de cette propagation supposée horizontale, ou l'espace que le son parcourt dans chaque seconde sexagésimale, a pour valeur la racine carrée du double produit de la hauteur dont la pesanteur fait tomber les corps dans la première seconde par la hauteur d'une colonne d'air qui ferait équilibre à la colonne de mercure du baromètre, et qui aurait partout la même densité qu'au bas de la colonne.

Lagrange, Euler, Laplace et M. Poisson ont ensuite déduit cette même expression de la vitesse du son des équations analytiques aux différences partielles qui représentent le mouvement de l'air, soit dans une colonne cylindrique d'une longueur indéfinie, soit dans

une masse d'air illimitée. En étendant leurs recherches au cas où le mouvement de l'air se fait suivant deux ou trois dimensions, ils ont trouvé que, quoique l'intensité du son décroisse alors avec la distance, sa vitesse est la même que dans le cas où ce mouvement n'a lieu que suivant une seule dimension. Il résulte de cette théorie que chaque vibration d'une particule d'air produit dans la masse une onde sonore de figure sphérique, d'une épaisseur très-petite, qui se compose de toutes les molécules d'air en mouvement dans un instant donné, et qui s'éloigne indéfiniment du centre d'ébranlement. Le rayon de cette onde croît proportionnellement au temps écoulé, et c'est son accroissement constant dans l'unité de temps qui mesure la vitesse de propagation du son.

Il existait cependant une différence notable entre la vitesse du son déduite de cette théorie et celle qui résulte des expériences. Les physiciens en très-grand nombre, qui ont mesuré directement cette vitesse, se sont accordés à la trouver plus grande que la vitesse calculée, tellement que la différence s'élève à $\frac{1}{6}$ de la valeur observée.

Il serait inutile de rappeler toutes les hypothèses qui ont été faites pour concilier sur ce point le calcul et l'observation.

On doit à M. Laplace la véritable explication de cette différence. Elle doit être attribuée à l'accroissement d'élasticité des molécules d'air produit par le dégagement de chaleur qui accompagne leur compression. En y ayant égard, on détermine la quantité de chaleur rendue sensible dans la production du son et employée à augmenter l'élasticité de l'air. M. Poisson

a fait voir que si la compression ou la dilatation est de $\frac{1}{116}$, la température doit s'élever ou s'abaisser d'un degré centésimal. Enfin M. Laplace est parvenu à un théorème qui ne laisse plus rien à désirer sur la certitude de son explication. Il a trouvé que la vitesse du son est égale au produit de la valeur que donne la formule de Newton, multipliée par la racine carrée du rapport de la chaleur spécifique de l'air sous une pression constante à sa chaleur spécifique sous un volume constant. Ce rapport est un nombre plus grand que l'unité. Pour le déterminer, M. Laplace a fait usage des expériences de MM. Gay-Lussac et Welter. La formule de Newton, ainsi modifiée, s'est trouvée à peu près d'accord avec la vitesse réelle donnée par l'observation.

Le calcul de la vitesse du son et les lois de sa transmission dans les liquides et les solides sont presque les mêmes que dans l'air. Il suffit, pour notre objet, de rapporter ici la formule qui représente la vitesse du son dans un liquide. Pour en rendre l'application plus facile, nous l'énoncerons sous la forme algébrique, telle que M. Poisson l'a donnée dans son Mémoire.

Soit D la densité d'un liquide, k la longueur d'une colonne cylindrique de ce liquide sous une pression connue, ε la petite diminution de cette longueur pour un accroissement donné de pression P. La vitesse du son dans ce liquide étant désignée par a, sera donnée par la formule suivante :

$$a = \sqrt{\frac{P k}{D \varepsilon}}.$$

Supposons que l'on prenne pour P une pression égale au poids de 76 centimètres de mercure, on aura :

$$P = (0^{m},76) . g . m ,$$

m désignant la densité du mercure, et g la force accélératrice de la pesanteur ou le double de la hauteur dont elle fait tomber les corps dans la première seconde.

La seconde étant prise pour unité de temps, on a :

$$g = 9^{m},8088.$$

La vérification de ces formules, appliquées aux substances liquides et solides, exige des expériences très-précises. La terre n'offre pas des masses solides d'une continuité et d'une homogénéité suffisantes pour des expériences de cette nature; il n'est pas probable qu'on parvienne jamais à vérifier en grand les calculs de vitesses relativement aux solides. Les expériences de M. Biot sur la transmission du son par les tuyaux en fonte de fer ont bien appris que sa vitesse surpasse de beaucoup celle de sa transmission par l'air; mais comme le son lui parvenait en moins d'une demi-seconde, on n'en pouvait déduire qu'une évaluation très-incertaine, qui ne pouvait être regardée comme suffisante pour la vérification de la formule. L'eau nous paraît le seul corps où de telles expériences puissent être faites avec exactitude. Il a été reconnu que ce liquide transmet les sons à de grandes distances. Franklin s'était assuré que le bruit de deux cailloux choqués sous l'eau est encore sensible à plus d'un demi-mille. Il ne paraît pas cependant qu'il ait songé à en mesurer la vitesse. La seule expérience qui ait été faite jusqu'ici sur la vitesse du son dans un corps liquide est due à M. Beudant;

elle a été faite dans l'eau de la mer, près de Marseille, il y a peu d'années. Voici sur cette expérience quelques détails que ce savant a bien voulu nous communiquer : Les deux observateurs, éloignés l'un de l'autre d'une distance connue, étaient munis de montres réglées et cheminant exactement ensemble. Au moment fixé, celui qui devait produire le son élevait un drapeau et frappait en même temps sur un timbre placé sous l'eau. L'observateur placé à l'autre station était accompagné d'un aide qui nageait près du bateau, entendait le son et indiquait par un signe le moment où il lui parvenait. On avait ainsi la mesure du temps que le son mettait à parcourir l'intervalle des deux stations. Cette mesure n'était pas rigoureusement exacte, parce que la personne placée sous l'eau ne pouvait pas donner son signal à l'instant même où le son lui parvenait. M. Beudant a conclu de ses expériences que la vitesse du son dans l'eau de mer doit être de 1500 mètres par seconde; mais ses diverses expériences lui ayant présenté des différences sensibles, il n'a donné ce résultat que comme une moyenne.

Il est probable que la vitesse réelle ne diffère pas beaucoup de cette moyenne, qui paraît s'accorder assez bien avec la théorie. Mais, pour pouvoir établir d'une manière certaine cette comparaison, il fallait nécessairement avoir une mesure parfaitement exacte, et de plus déterminer rigoureusement la densité et la compressibilité du liquide à la température même de l'expérience. Nous avons donc pensé à reprendre avec soin et en grand ces mesures pour lesquelles l'eau d'un lac

[redacted]

nous a paru convenable, comme donnant immédiatement la vitesse du son dans l'eau pure.

L'un de nous (1) a en conséquence, fait dans le lac de Genève, à la fin de l'année 1826, une suite d'expériences à de grandes distances, et a ainsi déterminé la vitesse du son dans l'eau pure; cette vitesse n'avait point encore été mesurée.

Les premiers essais ont eu pour but de trouver le moyen le plus sûr et le plus commode de produire un son qui fût entendu distinctement à de grandes distances. J'ai employé d'abord des poudres fulminantes qu'on faisait éclater sous l'eau, ou le choc de différens corps métalliques, tels que des timbres, des enclumes et des cloches. Ce dernier moyen fut reconnu le meilleur, non-seulement quant à la facilité et à la promptitude, mais aussi relativement à l'intensité du son. La cloche dont je me suis servi pour ces expériences avait environ 7 décimètrès de hauteur et un diamètre un peu moindre. Elle était suspendue à une poutre en dehors d'un bateau et maintenue sous l'eau à une profondeur d'un mètre. (*V.* fig. 8.) A cette même poutre était fixé un levier coudé *mm*, dont l'extrémité supérieure était dans le bateau, tandis que l'autre était plongée sous l'eau et servait de marteau pour frapper la cloche. On pouvait ainsi frapper avec force, malgré la résistance du liquide.

On a fait toutes ces expériences de nuit, non-seulement pour n'être point troublé par des bruits étrangers, mais surtout pour la précision des signaux qui se donnaient, soit au moyen de fusées, soit en brûlant

(1) M. Colladon.

de la poudre. J'essayai d'abord d'entendre le son en plongeant la tête sous l'eau, mais ce moyen était incommode et peu exact. J'en trouvai un autre d'un usage sûr et facile, et qui permettait de plus d'augmenter à volonté l'intensité du son. Cette nouvelle méthode est fondée sur les considérations suivantes.

Lorsqu'on fait résonner un corps situé dans une masse d'eau tranquille et un peu au-dessus de la surface, une personne placée dehors de l'eau et à peu de distance, entendra très-bien le bruit produit par le choc de ce corps dans l'eau ; si elle s'éloigne en rasant la surface de l'eau, elle remarquera une diminution très-rapide dans l'intensité du son, et enfin à une distance de 200 ou 300 mètres, elle n'entendra absolument plus aucun bruit dehors de l'eau, lors même que l'oreille serait placée très-près de la surface du liquide ; cependant si, à cette distance ou à une beaucoup plus grande, cette personne vient à plonger la tête dans l'eau, elle entendra immédiatement le bruit d'une manière parfaitement distincte.

Il paraît donc que les rayons sonores qui viennent rencontrer la surface sous un angle très-aigu, ne passent pas dans l'air, mais éprouvent une sorte de réflexion dans l'intérieur de la masse liquide. Je pensai qu'en coupant cette masse par un plan vertical l'ondulation devait se communiquer au-delà de ce plan, et que par conséquent s'il se trouvait de l'air derrière ce plan, le son s'y transmettrait et serait dès-lors entendu dans l'air environnant.

Pour réaliser cette conception, je pris un tube cylindrique de tôle mince, long de trois mètres, large de

deux décimètres environ. Je le fis fermer à l'extrémité qui devait plonger dans le liquide. A cette extrémité était soudée une forte boucle où l'on suspendait les poids nécessaires pour faire plonger le tube et le maintenir vertical dans l'eau, de manière que l'extrémité supérieure et ouverte à laquelle on appliquait l'oreille ressortît seulement de 5 ou 6 décimètres au-dessus du niveau.

Dans la première expérience, j'étais éloigné d'environ 2000 mètres de la cloche. Ayant donné le signal pour frapper, j'entendis aussitôt dans le tube le bruit parfaitement distinct de chaque coup, et ce son était assez intense pour qu'il fût possible de l'entendre en éloignant l'oreille jusqu'à 5 ou 6 décimètres au-dessus de l'orifice du tube (1).

Par ce moyen, l'expérience devenait très-facile et susceptible d'une extrême précision. Il ne m'était plus nécessaire, en effet, d'avoir un aide pour m'indiquer l'arrivée du son. Je pouvais à la fois observer moi-même le signal et entendre le coup de cloche. Je prévenais ainsi une cause d'erreur manifeste dont il eût été difficile de tenir compte. Enfin, j'avais le moyen d'augmenter à ma volonté l'intensité du son en augmentant la surface du tube; en conséquence (*v.* fig. 9), je lui donnai une longueur de 5 mètres, et je le fis terminer infé-

(1) Il est à remarquer qu'on n'entend absolument rien avec un cornet acoustique ouvert par le bas. On ne peut entendre qu'en plongeant complètement la tête et se remplissant l'oreille d'eau, ou par le moyen d'un tube plein d'air, tel que celui que j'ai employé.

rieurement par un évasement dont l'embouchure était verticale et fermée par un plan métallique p d'environ 20 décimètres carrés de surface. L'extrémité supérieure du tube avait la forme d'un cône avec une section oblique à l'axe pour y placer l'oreille. On tournait alors le tube de manière que le plan inférieur qui terminait l'évasement du tube fût tourné du côté de la cloche. Comme la section supérieure de ce tube était très-oblique à son axe, je pouvais y appliquer l'oreille, sans que cette position eût rien de gêné; ce qui me permettait de prolonger à volonté les expériences, et me laissait la liberté de compter moi-même l'intervalle de temps qui s'écoulait entre le signal du coup et le moment où le son me parvenait.

Le chronomètre dont je me suis servi avait une détente très-légère qui permettait de l'arrêter aux quarts de seconde. Quelques expériences faites comme essais à des distances de 5 et 6 mille mètres, m'ayant démontré la possibilité d'en faire sur une plus grande échelle, j'entrepris de répéter cette expérience dans la plus grande largeur du lac, c'est-à-dire, entre les petites villes de Rolle et de Thonon, sur une longueur de quatorze mille mètres (1).

Je ne pouvais choisir une position plus favorable pour cette expérience. La profondeur de l'eau est très-grande entre ces deux points, et le terrain suit de chaque côté une pente sensiblement égale, sans aucune élévation

---

(1) Cette distance est à peu près la moitié de celle de Montlhery à Montmartre qu'avaient choisie les académiciens français en 1738, pour mesurer la vitesse du son dans l'air.

intermédiaire qui pût intercepter le son. C'est ce qu'on peut voir dans une note sur les profondeurs du lac Léman, publiée par M. de la Bèche (*Bibl. Univ.* t. xii), où il donne une coupe du lac de Rolle à Thonon. D'après cette coupe, la profondeur moyenne du lac entre ces deux villes serait de 140 mètres. On ne trouve d'ailleurs dans cet intervalle aucune trace de courant; l'eau y est d'une grande transparence, et la profondeur est assez grande pour que l'agitation des vagues ne puisse la troubler. Les deux stations, celle où était la cloche et celle ou j'étais placé pour entendre, ont été prises dans la direction d'une ligne droite menée du clocher de Thonon à un des angles du château du Rolle. Chacun des bateaux était fixé de chaque côté à 200 mètres du bord du lac. Après quelques essais, je trouvai que le signal le plus convenable et le plus instantané pour cette distance était celui de l'inflammation subite d'une quantité suffisante de poudre. En en brûlant environ un quart de livre, on produisait un éclair qu'il était très-facile d'apercevoir depuis l'autre station, quoique la courbure de la terre m'interceptât la vue de tous les objets élevés de moins de neuf mètres au dessus de la surface de l'eau. Pour l'enflammer *subitement*, on se servait d'une lance à feu (*l* fig. 8) à laquelle le mouvement du marteau faisait toucher la poudre *p*, au moment où il frappait sur la cloche. Par ce moyen, la lumière de la poudre qui me servait de signal, apparaissait toujours à l'instant où le coup se frappait.

J'étais placé à l'autre station, la face tournée de manière à voir les signaux, et l'oreille appuyée sur l'ouverture du tube qu'un aide maintenait dans sa position

de manière que j'eusse l'usage de mes deux mains pour tenir et arrêter le chronomètre. Au moment où j'apercevais la lumière, je touchais la détente, et j'arrêtais ensuite à l'instant où j'entendais le coup. Le chemin parcouru par l'aiguille marquait le temps employé par le son à parvenir jusqu'à moi.

Il s'écoulait nécessairement un petit intervalle de temps entre le moment où je voyais la lumière et celui où je touchais la détente. Il y avait aussi un retard semblable après la sensation du son ; mais ce second retard devait être un peu moindre, et voici pourquoi : si l'on veut opérer un mouvement à un signal déterminé, il y a toujours un intervalle de temps entre la sensation reçue et l'action qui en est la suite, et ce temps est plus long si l'apparition du signal est difficile à prévoir. Dans mes expériences, la préparation de la poudre et de la lance à feu exigeait du temps et des précautions. La personne chargée de frapper la cloche donnait rarement le coup à l'instant déterminé, la lumière m'apparaissait presque toujours d'une manière inattendue ; tandis que le son, arrivant dans un temps toujours le même, était facilement prévu, surtout dans les dernières expériences. Il résulte de là que les temps observés sur le chronomètre pour la transmission du son étaient trop courts, d'une quantité très-petite, qu'on ne pouvait évaluer, mais qui ne devait point dépasser un quart de seconde.

J'ai fait trois séries d'expériences à des jours différens ; je vais en donner les résultats.

TEMPS OBSERVÉS:

7 Novembre.	15 Novembre.	18 Novembre.
$9''\frac{1}{2}$	$9''\frac{1}{4}$	$9''\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$
$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	9
$9\frac{1}{4}$	9	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{2}$
$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$
9	$9\frac{1}{4}$	9
$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{4}$
$9\frac{1}{4}$		$9\frac{1}{2}$
		$9\frac{1}{4}$
		$9\frac{1}{4}$
		$9\frac{1}{4}$

On voit, par ce tableau, que le temps écoulé entre l'apparition de la lumière et l'arrivée du son était plus grand que $9''$, et plus petit que $9''\frac{1}{2}$. Sa valeur moyenne est un peu au-dessus de $9''\frac{1}{4}$. Si nous évaluons à moins d'un quart de seconde la petite erreur dont nous avons parlé plus haut, nous pourrons adopter $9'',4$. pour le temps que le son mettait réellement à venir d'une station à l'autre.

Comparons maintenant ce temps avec la distance des deux stations. La seule mesure connue de cette distance avait été prise par MM. de Saussure et Pictet, qui avaient

trouvé 7330 toises ou 14287 mètres pour la distance du clocher de Thonon à la tour de Rolle. N'ayant pu me procurer les résultats mêmes de leur triangulation et désirant vérifier l'exactitude de ce nombre, j'ai fait répéter cette mesure en prenant pour base la distance de la tour de Saint-Pierre, à Genève, à la tour de Langin, située au pied de la montagne des Voirons, distance qui a été mesurée à deux époques différentes avec un très-grand soin, pour servir à une triangulation de la vallée du Léman.

Le premier triangle comprenait Genève, Langin, Rolle; le second, Langin, Rolle et Thonon. Cette mesure directe m'a donné 14240 mètres pour la distance du château de Rolle au clocher de Thonon. Celui-là est situé sur le bord même du lac. Quant au clocher de Thonon, sa projection est éloignée du bord de 353 mètres, ce qui donne 13887 mèt. pour la distance des deux rives.

En retranchant 400 mètres pour les distances des deux bateaux aux deux rives, on a 13487 mètres pour la distance des deux stations. Ce nombre peut être regardé comme exáct, à moins de 20$^{m.}$ près.

Le temps que le son employait à parcourir cet espace était à très-peu près 9",4, comme nous l'avons dit plus haut. Comme la propagation du son est uniforme, en divisant l'espace 13487 mètres par le temps 9",4, on aura la vitesse du son ou l'espace qu'il parcourt dans une seconde. On trouve ainsi 1435 mètres pour la vitesse réelle du son dans l'eau (1).

---

(1) Pour apprécier jusqu'à quel point ce nombre peut être exact, observons que si l'on prenait pour la distance des

Le jour même de l'expérience je m'étais fait conduire entre les deux stations pour prendre la température de l'eau à différens endroits, à la profondeur de 3 et 6 mètres, au moyen d'un thermomètre dont la boule était recouverte de cire. Je trouvai la température partout la même à ces deux profondeurs ; elle était de 8°,2 degrés centigrades près de Thonon, 8°,1 au milieu du lac, et 7°,9 prés de Rolle ; la valeur moyenne est 8°,1

Pour comparer ces résultats avec ceux du calcul, il fallait déterminer avec beaucoup de soin la compressibilité de cette eau à cette température, ainsi que le rapport de sa densité à celui de l'eau distillée à 0°.

L'eau du lac, à une distance suffisante de l'embouchure du Rhône, peut être regardée comme parfaitement pure. A peine contient-elle $\frac{1}{2000}$ de son poids de

---

deux stations 13500 mèt., nombre que je crois trop fort, et pour la durée de la transmission du son $9''\frac{1}{4}$, nombre trop petit, on aurait pour la vitesse la plus grande valeur qu'on puisse supposer, savoir 1459 mèt.; mais cette quantité est certainement trop grande. Si, au contraire, on prenait la plus petite valeur possible pour la distance, c'est-à-dire 13486 mèt. moins 20 ou 13466 mèt., et pour le temps sa plus grande valeur $9'',5$, on aurait la plus petite valeur possible de la vitesse, savoir 1417 mèt. On voit, par la détermination de ces limites, que si la vitesse véritable n'était pas égale à 1435 mèt., elle ne pourrait pas du moins différer de ce nombre, soit en plus, soit en moins, de plus de 24 mèt., de sorte que l'erreur possible dans cette expérience ne peut pas s'élever au-dessus de $\frac{1}{60}$ de la valeur véritable.

matières étrangères. M. Tingry en a donné des analyses qui peuvent être regardées comme les meilleures, parce qu'il a opéré sur de grandes masses. Il les a faites en été et en hiver. Nos expériences ayant été faites à la fin de novembre, nous donnerons seulement ici la moyenne de ces deux analyses, qui d'ailleurs ne diffèrent pas beaucoup entr'elles.

Moyenne de deux analyses de l'eau du lac de Genève, par M. Tingry.

24475 grammes de cette eau contiennent :
82,896 centilitres de gaz (composé principalement d'air contenant plus d'oxigène que l'air atmosphérique.)
1g,722 carb. chaux ;
0 ,172 carb. magnésie ;
0 ,212 muriate de magnésie ;
0 ,861 sulfate de chaux ;
0 ,848 sulfate de magnésie ;
0 ,040 argile siliceuse ;
0 ,172 partie ;

ce qui donne pour un kilogramme 0g,164 de matière étrangère non gazeuse, c'est-à-dire un peu moins de $\frac{1}{6000}$ du poids total.

La densité de l'eau du lac est à très-peu près 1,00015 à 4°, celle de l'eau distillée à 4° étant prise pour unité. Et comme le volume de l'eau augmente de 0,00013 quand elle passe de 4° à 8°, la densité de l'eau, au moment de mon expérience, était égale à l'unité, plus une fraction tout-à-fait négligeable.

Quelque petite que fût la quantité de matière étran-

[redacted]

gère contenue dans cette eau, nous avons cru devoir déterminer directement sa compressibilité, au lieu de la supposer égale à celle de l'eau distillée. Pour cela, nous l'avons introduite dans le piézomètre avec les précautions indiquées pour l'eau non privée d'air. Les expériences faites depuis 1 jusqu'à 20 atmosphères ont donné 46,18 millionièmes pour la compression moyenne d'une atmosphère. En ajoutant la contraction cubique du verre égale à 3,3, on a 49,48 ou à très-peu près 49,5 millionièmes pour la contraction absolue de l'eau du lac de Genève à 8° cent., nombre trouvé pour l'eau non privée d'air à o.

Reprenons maintenant la formule de la vitesse du son que nous avons rapportée plus haut, afin d'y substituer les valeurs que nous venons de déterminer.

Cette formule est :

$$a=\sqrt{\frac{PK}{D\epsilon}}.$$

En se rappelant quelles sont les quantités désignées par D, k, E et P, on a pour l'eau du lac de Genève à la température de 8°,1

$$D=1\,;\ k=1000\,000\,;\ \epsilon=49{,}5.$$

Si l'on prend pour P la pression d'une atmosphère de 0^m76 de mercure à la température de 10°, qui est celle où notre manomètre a été fixé, en désignant par m la densité de ce mercure, et par g la force accélératrice de la pesanteur ou le double de la hauteur dont elle fait tomber les corps dans la première seconde, on a :

$$P=(0^m{,}76)\cdot g\cdot m.$$

La valeur de g est, comme on sait,

$$g = 9^m,8088.$$

La densité du mercure à 0° est, d'après les expériences de MM. Dulong et Petit, égale à 13,568; celle de l'eau distillée à 3°,90 étant prise pour unité. D'ailleurs, la dilatation du mercure est de 0,00018 pour chaque degré d'accroissement de température, et par conséquent de 0,0018 pour 10°. Le mercure passant donc de 0 à 10°, son volume augmente dans le rapport de 1 à 1,0018. La densité du mercure à 10° sera donc égale à sa densité à 0 ou 13,568 divisée par 1,0018; de sorte qu'on a $m = \frac{13,568}{1,0018} = 13,544$.

Substituant donc dans la formule de la vitesse du son toutes ces valeurs,

$$D = 1\,;\ k = 1\,000\,000\,;\ \varepsilon = 49,5$$
$$P = (0^m,76) \cdot (9,8088 \cdot (13,544),$$

on trouve, en effectuant le calcul :

$$a = 1428.$$

Telle est donc la détermination théorique de la vitesse du son, déduite de la densité et de la compressibilité de l'eau, dans l'hypothèse qu'il n'y a point de chaleur dégagée par la compression rapide des molécules liquides qui puisse élever leur température. Or, la vitesse du son conclue de nos expériences, est, comme nous l'avons dit, égale à $\frac{13487}{9'',4}$ ou 1435 mètres.

Cette vitesse observée surpasse donc la vitesse calculée, mais l'excès n'est que de 8 mètres. Cette différence est trop petite pour qu'on puisse l'attribuer à

un dégagement de chaleur. Elle pourrait être encore deux ou trois fois plus grande qu'elle tomberait dans les limites des erreurs des observations. Ainsi l'accord entre l'expérience et la théorie est aussi parfait qu'on pouvait l'espérer.

Remarques sur la nature du son dans l'eau.

Je terminerai cet article par quelques remarques qui me paraissent mériter d'être mentionnées.

La première est relative à la durée d'un son dans l'eau. qui diffère notablement de sa durée dans l'air. Le bruit d'une cloche frappée sous l'eau entendu à quelque distance, ne ressemble aucunement à celui d'une cloche frappée dans l'air. Au lieu d'un son prolongé, on n'entend sous l'eau qu'un bruit net et bref, que je ne puis mieux comparer qu'à celui de deux lames de couteaux frappées l'une contre l'autre. Lorsqu'on s'éloigne indéfiniment de la cloche, le son conserve toujours ce caractère en diminuant d'intensité. La perception d'un bruit si sec et si bref provenant d'une distance de plusieurs lieues, cause un sentiment analogue à celui qu'on éprouve en voyant pour la première fois dans un télescope des objets éloignés qui paraissent très-distincts. En faisant cette expérience à des distances intermédiaires, le son m'a paru toujours le même quant à sa nature, ensorte qu'il m'eût été impossible de distinguer s'il provenait d'un coup fort et éloigné ou d'un coup faible et rapproché. Ce n'est qu'à une distance d'environ 200 mètres qu'on commençait à distinguer le retentissement de la cloche après chaque coup. Nous observons dans l'air un phénomène presqu'entièrement

opposé. Les coups frappés sur une cloche sont plus failes à reconnaître de près, tandis que de loin on n'entend plus qu'un bourdonnement continu et presqu'uniforme. La résistance que l'eau oppose aux vibrations de la cloche ne donne pas une explication suffisante de ce fait; car le même son entendu hors de l'eau était beaucoup plus prolongé : on reconnaissait très-bien le son d'une cloche, ce qui eût été impossible en entendant de loin le bruit transmis dans l'eau. Ce phénomène s'explique par la nature des vibrations sonores dans l'eau : on sait, en effet, que dans le mouvement vibratoire d'un fluide, la durée de l'agitation d'une particule est égale au rayon de la portion sphérique du fluide qu'on suppose primitivement ébranlée à l'origine du mouvement, divisée par la vitesse de transmission du son. La première de ces deux qualités est nécessairement plus petite dans l'eau que dans l'air; la seconde est, au contraire, plus grande; d'où il suit que la durée du son doit être beaucoup moindre quand il est transmis par l'eau, que quand il se propage dans l'air.

La seconde remarque est relative à la non transmission du son de l'eau dans l'air, lorsque les vibrations qui se propagent dans l'eau arrivent à sa surface sous un très-petit angle. Ainsi que je l'ai dit, à une distance de moins de 200 mètres, le son de la cloche frappée dans l'eau s'entendait facilement dans l'air; mais à une distance plus grande, son intensité diminue très-rapidement. Enfin, à 4 ou 500 mètres, il est impossible de distinguer le plus léger bruit, même très-près de la surface de l'eau. Cependant, en plongeant la tête de quelques centimètres, ou en enfonçant un tube plein

d'air, comme je l'ai fait, on entend le bruit fort et distinct de chaque coup, et on l'entend encore à une distance 10 à 20 fois plus grande. Dans ces expériences, la cloche était placée à 2 mètres au-dessous du niveau de l'eau. Il est évident qu'à une distance de 500 mètres les vibrations arrivaient à la surface sous un angle sensible, augmenté encore par la courbure de la terre. Les vibrations qui ont lieu dans l'eau ne se communiquent donc point à l'air, lorsque leur direction rencontre la surface sous un angle assez petit, phénomène analogue à celui que nous présente la lumière à la surface de séparation de deux milieux d'une densité différente.

L'agitation produite par les vagues n'altère point la durée du son ni sa vitesse, lorsqu'on se sert d'un tube pour écouter. La dernière des trois expériences mentionnées plus haut a été faite par un temps orageux. Le vent, faible d'abord, s'était tellement accru qu'on fut obligé de se servir de plusieurs ancres pour maintenir le bateau. Malgré le bruit des vagues, je pouvais distinguer encore assez bien le son de chaque coup, et la durée de sa transmission ne fut point altérée, comme on a pu le voir par le tableau.

Une dernière observation que j'ai faite, se rapporte à l'influence des écrans sur l'intensité du son. Ayant choisi deux stations peu éloignées et situées de manière que la ligne droite qui les joignait rasât l'extrémité d'un mur épais qui s'élevait au-dessus du niveau de l'eau, je fis frapper régulièrement la cloche, et par des coups égaux en intensité. Ecoutant alors avec le tube alternativement de chaque côté de la ligne qui rasait l'extrémité de ce

mur, il m'a paru qu'il y avait une différence d'intensité très-marquée selon que cette extrémité était ou n'était pas interposée entre la cloche et le tube. La transmission du son dans l'eau diffère donc à cet égard de ce qui a lieu dans l'air, et se rapproche du mode de propagation de la lumière. Cette influence d'un écran pour diminuer sensiblement l'intensité du son mérite d'être remarquée, et offre un nouveau point de rapprochement entre les phénomènes de la propagation du son dans les liquides et ceux que l'on observe dans la propagation de la lumière.

Mémoire *sur un Mouvement de rotation dont le système des parties vibrantes de certains corps devient le siége.*

Par M. Félix Savart.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 30 juillet 1827.)

Toutes les fois qu'un corps solide et rigide produit des vibrations sonores, il se divise en plusieurs parties qui font leurs oscillations dans le même temps, et dont le nombre, ainsi que la disposition, dépendent du lieu de l'ébranlement, de la forme même du corps, de sa nature, de ses dimensions et de la position des points de son étendue qu'on a préalablement rendus immobiles. Dans certains cas, on ne peut changer aucune de ces conditions sans que l'arrangement des parties vibrantes soit altéré, et dans d'autres, au contraire, le même arrangement peut avoir lieu quand même une ou plusieurs de ces circonstances viennent à varier. C'est

ainsi, par exemple, que quand on promène un doigt mouillé sur le bord d'une cloche d'harmonica, elle ne laisse pas de se diviser de la même manière et de faire entendre le même son, quoique le lieu de l'ébranlement varie continuellement. Il en est de même d'une lame circulaire dont le centre est immobile; on peut ébranler un point quelconque de sa circonférence sans que le mode de division subisse aucun changement; seulement la position des parties vibrantes varie, parce que le lieu de l'ébranlement doit toujours être le milieu d'une de ces parties; de sorte que, si l'archet, en même temps qu'il est animé d'un mouvement de va-et-vient, tournait tout autour de la lame d'un mouvement uniforme, en restant parallèle à lui-même, les parties vibrantes se déplaceraient en même temps, et elles le suivraient en devenant le siége d'un mouvement de rotation continu. Mais ce qui est bien remarquable, ce mouvement de rotation du système des parties vibrantes peut s'établir, quoique le lieu de l'ébranlement demeure le même, et il semble que pour cela il suffise d'abandonner la lame à elle-même après qu'elle a été mise en vibration.

Je suppose, par exemple, qu'on ait une lame circulaire fixée par son centre, et qu'elle présente l'un des modes de division qui ne sont composés que de lignes nodales diamétrales, l'expérience montre que ces lignes demeurent parfaitement immobiles, tant que l'archet touche le disque; mais que s'il vient à le quitter subitement, ce qui n'empêche pas le mouvement de subsister encore pendant plusieurs secondes, les lignes de repos oscillent autour de la position qu'elles occupaient d'abord, et qu'elles n'y reviennent que quand

le mouvement de vibration est sur le point de cesser. Lorsque le nombre de ces oscillations est assez grand dans un temps très-court, le sable devient un moyen insuffisant pour constater la position variable des lignes nodales, parce qu'il est alors chassé avec trop de violence pour fournir des indications bien nettes; mais on peut lui substituer une poussière fine susceptible d'adhérer légèrement à la surface de la lame, et par conséquent de dessiner le mode secondaire de division : les petits amas qu'elle forme, au milieu de chaque partie vibrante principale, sur la trace de la ligne circulaire secondaire, peuvent être entraînés le long de cette ligne sans se désunir, à cause de l'adhérence que contractent entr'elles les parties qui les composent, et ils indiquent parfaitement la position variable des ventres de vibration, et par conséquent celle des lignes nodales principales. L'amplitude de ces oscillations est d'autant plus considérable qu'on promène l'archet avec plus de vitesse, et qu'on le sépare plus vivement de la lame vibrante, de sorte qu'il peut arriver que l'oscillation soit assez grande pour que les lignes nodales, entraînées au delà du milieu de l'intervalle qui les séparait dans leur première position, soient transportées dans le même sens, jusqu'à ce qu'elles aient parcouru toute l'étendue d'une partie vibrante entière. On conçoit que, parvenues dans cette nouvelle position, elles ne peuvent pas s'y arrêter subitement, et qu'elles doivent osciller de nouveau; c'est aussi ce qui a lieu. Tandis que ces nouvelles oscillations s'exécutent, si l'on vient à donner un second coup d'archet, en ébranlant toujours la lame par le même point de sa circonférence, on déter-

minera les lignes nodales à faire un nouveau pas; et si les coups d'archet se suivent à des intervalles réglés, on verra les petits amas de poussière passer successivement par tous les ventres de vibration, s'y arrêter un instant, pour se porter ensuite sur la partie vibrante voisine; mais si l'on multiplie vivement les coups d'archet, le milieu de chaque ventre de vibration cesse d'être indiqué par la stagnation momentanée de la poussière, et le système des parties vibrantes devient le siége d'un mouvement de rotation qui est indiqué par un courant continu de poussière, ressemblant à un petit nuage affectant la forme d'un anneau.

Le sens de ce mouvement est subordonné à des circonstances que je n'ai pas pu saisir; tantôt les ondulations des parties vibrantes se propagent de droite à gauche, tantôt de gauche à droite. Seulement j'ai remarqué que, pour l'entretenir, lorsqu'il était une fois produit, il ne fallait pas remonter l'archet en touchant exactement le même point de la circonférence de la lame contre lequel il frottait en descendant, et qu'il fallait le reporter un peu à droite ou un peu à gauche, en le ramenant ensuite à sa première position lorsqu'on le faisait redescendre.

On peut constater l'existence de ce transport circulaire du système des parties vibrantes par un autre procédé qui consiste à faire tomber les rayons du soleil sur une lame de métal assez bien polie pour qu'elle puisse réfléchir la lumière, et tracer sa propre image sur une surface plane disposée à une distance et dans une situation convenables. Lorsque la lame est en repos, l'image qu'elle renvoie présente un contour elliptique

régulier, et elle se transforme, quand les vibrations s'établissent, en une espèce d'étoile dont les pointes correspondent à chaque rayon nodal, et dont les parties rentrantes correspondent aux ventres de vibration. Si alors le mouvement oscillatoire vient à s'établir, les pointes de l'image oscillent en même temps; et quand le mouvement de rotation a lieu, l'image semble se mouvoir circulairement, et quelquefois avec une si grande vitesse que, l'œil ne pouvant plus saisir isolément les différentes positions par lesquelles elle passe, son contour paraît de nouveau elliptique. Il résulte de là que ce déplacement des inflexions de la lame est beaucoup plus rapide qu'on n'aurait pu le penser, si l'on se fût borné à n'en juger que par la vitesse du courant de poussière. L'on conçoit en effet que quand on fait usage de ce dernier procédé, il doit s'établir entre la lame et les parcelles mêmes de poussière une espèce particulière de frottement qui doit diminuer beaucoup la vitesse de ce courant, et la rendre bien inférieure à la vitesse réelle du déplacement des parties vibrantes: aussi observe-t-on que plus la poussière est légère, plus le courant qu'elle forme se meut rapidement, surtout quand elle est de nature à n'adhérer que très-peu à la surface de la lame.

Quant à la position même que le courant occupe, elle dépend de celle de la ligne circulaire secondaire sur laquelle la poussière tend à se réunir: ainsi, plus le nombre des diamètres augmentera, plus le courant se rapprochera du bord de la lame.

Il ne paraît pas que le nombre plus ou moins considérable des parties vibrantes influe sur la facilité avec

laquelle le mouvement d'oscillation et de rotation peut s'établir : on l'observe lorsque la circonférence de la lame se divise en quarante ou cinquante parties vibrantes, de même que quand elle ne se partage qu'en un bien moindre nombre. Il se produit aussi facilement dans les lames d'un petit diamètre que dans celles qui ont de grandes dimensions. Il peut aussi exister lorsque le mode de division se compose de lignes diamétrales coupées par une ou plusieurs lignes circulaires ; mais alors les lignes de cette dernière espèce restent fixes, et il peut arriver que les parties vibrantes qui sont en dedans d'une ligne circulaire affectent un mouvement de rotation, tandis que celles qui sont en dehors restent immobiles : le contraire peut aussi avoir lieu, et il peut également se faire qu'elles tournent toutes à la fois, mais toujours dans le même sens. Dans ce dernier cas, la poussière forme autant de courans qu'il y a de lignes circulaires apparentes dans le mode secondaire de division ; et tous ces courans sont animés de vitesses différentes, ceux qui sont les plus voisins du centre de la lame se mouvant beaucoup plus rapidement que les autres.

La condition essentielle de la production de ce mouvement consistant en ce que les parties vibrantes puissent se déplacer sans qu'il y ait altération dans le nombre des vibrations, on conçoit qu'on ne pourra l'exciter dans les lames circulaires que lorsqu'elles présenteront des lignes nodales diamétrales, soit seules, soit coupées par des lignes circulaires ; et il est clair qu'il deviendra tout-à-fait impossible pour les lames carrées, triangulaires, etc., dont les parties vibrantes

ne peuvent pas changer de place sans qu'il survienne aussi un changement dans le nombre des vibrations. Mais on pourra l'exciter dans les anneaux et les timbres, ainsi que dans les cloches proprement dites, parce que ces divers corps peuvent produire le même mode de division, et par conséquent le même nombre de vibrations, quel que soit le point de leur contour qu'on choisisse pour le lieu de l'ébranlement. Les membranes circulaires en sont également susceptibles, même quand elles sont ébranlées par communication, et que le corps sonore d'où partent les ondes excitées dans l'air reste dans la même position. Pour parvenir à faire cette dernière expérience, il faut remarquer qu'une membrane qui vibre par communication peut, lorsqu'on l'ébranle de très-près, non-seulement renforcer le son du corps qui la met en jeu, mais encore produire un son distinct de celui du corps qui lui communique le mouvement, quoique les sons des deux corps demeurent toujours à l'unisson : c'est dans ce dernier cas qu'une membrane devient très-facilement le siége du mouvement de rotation des parties vibrantes. La poussière qu'on y répand, animée du mouvement tangentiel, forme alors des espèces de courans qui circulent avec beaucoup de vitesse, et quelquefois dans des sens très-divers, mais seulement quand la tension de la membrane est inégale.

Lorsque le changement de position des parties vibrantes est borné à de simples oscillations, l'oreille est avertie de leur existence par des alternatives dans l'intensité du son. Ces alternatives ont été remarquées depuis long-temps dans les timbres, et particulièrement

dans les cloches, mais sans qu'on sût à quoi les attribuer. On peut se convaincre qu'elles dépendent des oscillations des parties vibrantes en versant un peu d'eau dans un timbre qu'on ébranle avec un archet : on remarque que les rides formées à la surface de ce liquide, vis-à-vis chaque ventre de vibration, sont le siége d'oscillations qui coïncident avec les alternatives d'intensité du son, et que le plus grand renforcement a lieu lorsque les parties vibrantes atteignent la limite de leur excursion dans un sens, tandis que la moindre intensité a lieu lorsqu'elles atteignent la limite opposée. Relativement à l'organe de l'ouïe, l'effet est le même que si les parties vibrantes restaient immobiles par rapport au corps sonore, et que ce corps produisît lui-même des oscillations autour d'un point fixe. Quand le mouvement de rotation s'établit, les alternatives d'intensité disparaissent complètement, et alors le son revêt un caractère particulier, sans qu'on puisse apprécier s'il est plus intense que quand les parties vibrantes sont fixes : j'ai seulement cru remarquer qu'il était moins pur. Mais ce qui n'est pas douteux, c'est qu'il devient plus aigu, et d'autant plus que le système des parties vibrantes tourne plus rapidement : quand le nombre des vibrations est peu considérable et que le corps a de grandes dimensions, le son peut s'élever presque d'un ton.

De *quelques Phénomènes électriques produits par la pression et le clivage des cristaux.*

Par M. Becquerel.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 6 août 1827.)

J'eus l'honneur de lire à l'Académie, il y a quelques années, un Mémoire sur le développement de l'électricité par la pression. Ce mode d'action, qui est beaucoup plus simple que le frottement, est modifié, comme on devait s'y attendre, par l'état hygrométrique des corps, leur température, le degré de pression et la vitesse de séparation. Les résultats auxquels je fus conduit me mirent à même de rapprocher des phénomènes électriques de pression, ceux qu'on obtient en clivant le mica et la chaux sulfatée, et d'établir un rapport entre les intensités électriques et les pressions correspondantes ; aucune expérience n'avait encore été faite sur les lois du développement de l'électricité par le frottement ou la pression, les physiciens ne s'étant occupés jusqu'ici que de découvrir les moyens de mettre en mouvement le principe électrique, et de déterminer les circonstances dans lesquelles ce phénomène était modifié, sans chercher à en mesurer les effets.

Des recherches de ce genre exigeaient un appareil à l'aide duquel je pus mesurer l'intensité de l'électricité dégagée par la pression, et qui me permit de varier à volonté les causes qui concouraient à ce développement. Une balance électrique convenablement disposée a rempli ce but ; mais comme les forces que j'avais à me-

surer étaient souvent très-faibles, j'ai dû prendre pour fil de torsion un fil fin de platine, tiré à la manière de M. Wollaston. Muni de cet instrument, j'ai reconnu que dans les corps peu conducteurs de l'électricité et en employant une vitesse de séparation convenable, l'intensité de l'électricité dégagée était proportionnelle à la pression, c'est-à-dire que pour une pression double, l'intensité était double. Cette loi diminue sans doute dans les pressions élevées à mesure que les molécules perdent de la faculté de se comprimer, ou que les surfaces de contact s'altèrent trop pour que les résultats soient comparables. En soumettant à la pression d'un même corps diverses substances minérales, j'en ai déduit le rapport de leurs facultés électriques. C'est ainsi que j'ai observé que dans la chaux sulfatée en lames, la puissance électrique était trois fois moindre que dans le spath d'Islande. Les corps, bien entendu, avaient la même température, le même état hygrométrique, et leurs surfaces le poli que donne le clivage.

Dans le travail que je me suis proposé sur les phénomènes électriques de pression, je n'ai nullement eu en vue de rechercher s'ils étaient dus à une autre cause que celle qui produit le dégagement de l'électricité par le frottement. Mon but a été de voir comment la pression, que l'on peut regarder comme un des élémens du frottement, influe sur ce dégagement. Le frottement effectivement étant une suite non interrompue de pressions, l'intensité électrique qui en résulte doit être égale à la somme des quantités d'électricité dues à ces pressions successives, moins celles qui se sont recom-

tinées pour former de l'électricité naturelle pendant la durée infiniment petite de chaque pression. Ce mode d'action est donc un phénomène plus composé que la pression, au sortir de laquelle chaque corps emporte avec lui la quantité d'électricité proportionnelle à son intensité. D'après cet exposé, on voit combien il est important d'étudier les phénomènes électriques de pression.

J'ai déjà prouvé que lorsque deux corps sont sous l'action d'une pression quelconque, si celle-ci vient à diminuer de moitié sans que le contact change, l'effet de la pression perdue subsiste encore pendant un certain temps, dont la durée dépend du degré de conductibilité de chaque corps, de sorte que, si on les retire de la compression, chacun d'eux emporte un excès d'électricité plus grand que celui dû à la pression restante. Ce fait a été vérifié avec exactitude. Maintenant, au lieu de séparer les corps lorsque j'ai diminué la pression, je leur rends celle qui a été enlevée et je répète plusieurs fois ce mode d'action. Voici ce que l'expérience donne, en opérant, par exemple, avec un disque de liége et un cristal de spath d'Islande : les deux corps sont d'abord sous la pression de 4 kilogrammes; on la réduit à moitié et on les sépare une minute après; l'intensité électrique acquise par le disque de liége est représentée par 170, tandis que si la séparation eût eu lieu pendant la pression de 4 kilogrammes, elle aurait été de 250; donc l'effet produit par la pression perdue subsiste encore en partie, car sans cela on aurait eu $\frac{250}{2}$ ou 125. Maintenant, au lieu de séparer les corps, je rends la pression de 2 kilog. qui a été enlevée et je

répète plusieurs fois ce jeu alternatif de pressions moindres et de pressions plus considérables. En définitive, on trouve que le disque de liége ne possède que l'intensité 250, relative à la pression la plus forte.

Il résulte donc de là ce fait important, que lorsqu'on presse deux corps l'un contre l'autre, dont l'un est mauvais conducteur de l'électricité, et que l'on augmente ou l'on diminue un certain nombre de fois la pression, en conservant toujours le même contact, chacun des corps, en sortant de la compression, n'emporte jamais avec lui que la quantité d'électricité relative à la pression la plus forte, quoiqu'il y ait eu de légers frottemens entre les molécules. Ainsi son effet est de compléter à chaque corps la quantité d'électricité qu'il doit avoir en raison de cette dernière action.

De l'Électricité dégagée dans le clivage des corps régulièrement cristallisés.

Un grand nombre de faits montrent que lorsqu'il y a adhérence entre deux corps, par suite d'une attraction réciproque entre les surfaces, et que l'un d'eux n'est pas bon conducteur de l'électricité, ils prennent chacun un excès d'électricité contraire au moment de leur séparation. Par exemple, le verre, la gomme laque, etc., plongés dans le mercure, y exercent une certaine adhérence : vient-on à les en retirer, ils se trouvent avoir acquis un excès d'électricité, dont l'espèce dépend de circonstances particulières que M. Dessaignes a décrites avec soin.

La gomme laque, fondue et versée sur le verre, y contracte de l'adhérence, comme on sait; en les sépa-

ant, ils prennent chacun un excès d'électricité con-raire.

Il est infiniment probable que le verre, la gomme aque et d'autres corps plongés dans l'eau, en sortiaient électrisés si les molécules du liquide ne s'attachaient pas à leur surface, c'est-à-dire si l'affinité de 'eau pour ces corps ne l'emportait pas sur celle des nolécules entr'elles.

De même, dans les expériences électriques de pression, on obtient toujours un développement d'électricité d'autant plus considérable qu'il y a eu une adhérence plus forte entre les corps pressés. Par exemple, en retirant de la compression deux morceaux de liége, on éprouve quelquefois une légère résistance; le dégagement d'électricité est alors plus considérable que s'il n'y avait pas eu d'adhérence.

C'est surtout quand on presse le liége ou la moelle de sureau sur une facette de diamant parfaitement polie, que l'on observe de semblables effets. Quelques physiciens les ont attribués au frottement que les molécules éprouvent au moment de la séparation des corps : cette explication ne paraît pas fondée, car l'expérience précédente prouve évidemment que les frottemens partiels qu'éprouvent les molécules, quand on vient à diminuer la pression, n'ont aucune influence pour modifier le dégagement de l'électricité; l'élasticité est donc une cause principale des effets.

Les phénomènes électriques de pression et ceux de clivage ont de grands rapports entr'eux; car, lorsqu'on sépare brusquement des lames de mica ou de chaux sulfatée, chacune d'elles emporte un excès d'électricité

contraire. Si on les rapproche de nouveau en les remettant dans la même position où elles se trouvaient avant leur séparation et exerçant une légère pression, on obtient encore les mêmes phénomènes électriques quand on les sépare. On voit donc que la pression qui opère un rapprochement mécanique des molécules, produit les mêmes effets que la force d'agrégation, qui détermine seulement un contact plus immédiat des mêmes molécules. Ces phénomènes n'ont pas lieu indéfiniment ; car l'exposition à l'air des lames nouvellement clivées leur enlève assez promptement la propriété électrique, peut-être à cause de l'eau hygrométrique qu'elles absorbent.

Toutes les substances régulièrement cristallisées jouissent de la même propriété que le mica et la chaux sulfatée. Je l'ai vérifiée sur le spath d'Islande, la baryte sulfatée, la chaux fluatée, la topaze, etc. Il est essentiel pour cela que le cristal soit clivé nettement : car, lorsqu'il est brisé ou fracturé, il ne se manifeste aucun effet électrique ; on conçoit effectivement que si le clivage n'est pas net, il y a des lames qui prennent une électricité, et d'autres une électricité contraire ; il arrive alors que la somme de toutes ces électricités peut être nulle ; c'est ce qu'on observe le plus souvent.

La topaze n'offre qu'un sens de clivage, celui perpendiculaire à l'axe du cristal, suivant lequel se fait la distribution de l'électricité, quand on élève la température de cette substance à un certain degré. La supposition la plus naturelle qui se présente à l'idée, c'est que les lames, se trouvant dans deux états électriques différens au moment de leur séparation, peuvent être

considérées comme les élémens d'une pile. Or, les choses ne se passent pas ainsi ; car il faudrait que les lames, semblablement placées par rapport à un des sommets du cristal, prissent toujours la même électricité par le clivage ; ce qui n'est pas, puisqu'on obtient tantôt une électricité, tantôt une autre; ainsi l'espèce d'électricité dépend de circonstances particulières au clivage, et non de la position des lames ; il se passe donc, au moment où il s'effectue, un ébranlement dans les molécules qui détermine chaque surface à prendre telle ou telle espèce d'électricité.

Telles sont les observations que j'ai pu faire jusqu'à présent sur deux classes de phénomènes qui ont entre eux un grand nombre de points de contact, et dont l'étude intéresse les sciences physiques.

Recherches *chimiques sur la Tourmaline*.

Par Mr C. G. Gmelin.

Jusqu'à l'année 1818, on n'avait fait que des essais infructueux pour expliquer les caractères qui distinguent la tourmaline des autres minéraux. Breithaupt chercha à prouver, d'après des considérations théorétiques, que l'acide borique était un principe constituant de ce minéral. Suivant lui, la boracite, la tourmaline, l'anatase, l'axinite, appartiennent à une même famille qu'il a appelée *la famille des schorls*, quoique ces espèces minérales n'aient pas le même système

cristallin. A sa prière, Lampadius rechercha l'acide borique dans la tourmaline et l'axinite, et y fit en effet la découverte de cet acide, qui fut bientôt constatée par les chimistes. Cependant il est incontestable que la première découverte de l'acide borique dans la tourmaline appartient à un apothicaire de Brünn, nommé *Petke*. Il avait trouvé, dès l'année 1804, six pour cent d'acide borique dans le schorl rouge de la montagne Hradisko, près de Rôsna. Au reste, il n'est pas étonnant que l'acide borique ait long-temps échappé aux recherches des chimistes. S'il n'est pas difficile de le découvrir lorsqu'il est en grande quantité dans un minéral, il l'est beaucoup de le doser exactement. On ne connaît aucun sel de cet acide qui soit complètement insoluble dans l'eau, et l'on sait qu'il se volatilise avec l'eau et l'alcool. Aussi Berzelius et l'auteur de ce Mémoire n'avaient-ils point réussi à trouver l'acide borique dans la tourmaline de Käringbricka en Suède, dans laquelle il existe cependant.

Dans les analyses qui suivent, on s'est toujours servi du procédé qui va être décrit pour doser l'acide borique.

Le minéral réduit en poudre fine a été mêlé avec du carbonate de baryte et chauffé fortement. La masse a ensuite été traitée par une quantité d'acide muriatique suffisante pour tout dissoudre, et la dissolution évaporée sur un bain de sable jusqu'à siccité. M. Gmelin s'était assuré, par des expériences directes, qu'à cette température la quantité d'acide borique qui se volatilise est si petite qu'on peut la négliger sans erreur sensible. La silice a été obtenue de la manière accou-

tumée en traitant par l'eau le résidu de l'évaporation. On a versé du carbonate d'ammoniaque dans la liqueur, et après l'avoir filtrée et évaporée à sec, on a chauffé graduellement le résidu jusqu'au rouge faible. De cette manière, on n'a pu perdre d'acide borique, puisqu'il était combiné avec l'ammoniaque, et que pendant la calcination au rouge il ne pouvait se développer aucune vapeur aqueuse acide, comme dans la décomposition du sulfate d'ammoniaque. Le résidu, après avoir été pesé, a été arrosé avec de l'alcool mêlé d'un peu d'acide muriatique, et l'alcool séparé, on y a mis le feu. On a répété la même opération jusqu'à ce qu'on n'ait plus aperçu la moindre trace de vert autour de la flamme. On a ainsi obtenu tout l'acide borique qui avait été combiné avec l'ammoniaque, et qui en avait ensuite été séparé par la chaleur. Le résidu, rougi de nouveau et pesé, a fait connaître, par sa perte de poids, la quantité d'acide borique.

M. Gmelin fait lui-même plusieurs objections contre son procédé, mais qu'il montre n'être pas très-fondées. Toutefois il ne regarde les quantités d'acide borique qu'il a trouvées que comme des approximations. Le procédé qui consisterait à séparer l'acide borique au moyen du spath-fluor et de l'acide sulfurique, lui paraît encore plus incertain que celui qu'il a employé. Il regarde, au contraire, le procédé suivant comme méritant d'être employé sous plusieurs rapports. On fait rougir le minéral avec du carbonate de soude; on traite la masse par l'eau, et on sépare la silice et l'alumine par digestion avec le carbonate d'ammoniaque. On sursature d'acide sulfurique la masse évaporée à sec, on dissout l'acide borique par l'alcool, on sature avec

[redacted]

l'ammoniaque, on évapore et on fait rougir. Cependant il se dégage durant la calcination une vapeur aqueuse acide, qui peut produire une perte en acide borique.

M. Gmelin a divisé les tourmalines en trois groupes : 1° tourmalines qui contiennent de la lithine ; 2° tourmalines qui contiennent de la potasse ou de la soude, ou les deux ensemble, sans lithine et sans une quantité remarquable de magnésie ; 3° tourmalines qui contiennent une quantité considérable de magnésie, avec un peu de potasse ou de potasse et de soude. La quantité du fer varie considérablement ; quelques tourmalines en contiennent à peine une trace, tandis que d'autres en contiennent beaucoup. On aurait pu partir de cette différence pour faire de nouvelles divisions ; mais il eût été difficile de tracer les limites, et M. Gmelin n'a pas jugé nécessaire de s'en occuper.

Tourmalines qui contiennent de la lithine. Trois espèces ont été analysées : I. Tourmaline rouge de Rôsna en Moravie ; densité 2,96 à 3,02. II. Tourmaline rouge de Perm en Sibérie ; densité 3,059 à 10°. III. Tourmaline d'un vert céladon du Brésil ; densité 3,079 à 10°.

	I.	II.	III.
Acide borique.....	5,74	4,18	4,59
Silice...........	42,13	39,37	39,16
Alumine.........	36,43	44,00	40,00
Oxidul-oxide de fer.	.....	.....	5,95
Oxide de manganèse.	6,32	5,02	2,14
Chaux...........	1,20		
Potasse..........	2,41	1,29	
Lithine..........	2,04	2,52	3,59 avec potasse.
Substances volatiles.	1,31	1,58	1,58
	97,58	97,96	97,02.

nalines qui contiennent de la potasse ou de la ou les deux ensemble, sans lithine et sans ıntité remarquable de magnésie. Les espèces s ont été analysées : I. Tourmaline noire de a Devonshire, qu'on trouve avec du quarz et phate de chaux ; densité 3,246 à 10°. II. Tour- noire de Eibenstock en Saxe ; densité 3,123 III. Tourmaline verte de Chesterfield, dans que du Nord ; densité 3,102 à 10°.

	I.	II.	III.
ɔrique.....	4,11	1,89	3,88
....	35,20	33,05	38,80
....	35,50	38,23	39,61
ıxide de fer.	17,86	.....	7,43
e de fer ...	.....	23,86	
: manganèse	0,43 avec magnésie.	.....	2,88 (2)
e.........	0,70 avec mangan.		
....	0,55	0,86	
....	2,09	3,17 (1)	4,95
feu......	.....	0,45	0,78
	96,44	101,51	98,33

malines qui contiennent une quantité considé- 'e magnésie. Quatre espèces ont été analysées : rmaline noire de Käringbricka, province de ınland en Suède ; densité 3,044 à 12°. II. Tour- noire de Rabenstein en Bavière ; densité 3,113 III. Tourmaline noire du Groënland ; densité

vec potasse et traces de magnésie.

vec traces de magnésie.

[redacted]

3,062 à 7°. IV. Tourmaline d'un brun foncé, dans le schiste micacé du Saint-Gothard.

	I.	II.	III.	IV.
Acide borique.....	3,83	4,02	3,63	4,18
Silice............	37,65	35,48	38,79	37,81
Alumine..........	33,46	34,75	37,19	31,61
Magnésie.........	10,98	4,68	5,86	5,99
Oxidul-oxide de fer.	9,38	17,44	5,81	7,77
Oxide de manganèse.	.....	1,89	traces.	1,11
Potasse...........	2,55	0,48	0,22	1,20
Soude............		1,75	3,13	
Chaux............	0,25	traces.	.....	0,98
Perte au feu.......	0,05	.....	1,86	0,24
	98,11	100,49	96,48	90,89

La perte, dans la dernière analyse est considérable, et M. Gmelin ne sait à quoi l'attribuer, quoiqu'il ait mis dans cette analyse tout le soin possible. Il avoue que la tourmaline du Saint-Gothard mérite un nouvel examen, d'autant plus que Bucholz, dans l'analyse du même minéral, a éprouvé une perte encore plus considérable.

M. Gmelin s'est aussi servi, pour reconnaître la présence de l'acide borique, du procédé décrit par le Dr Turner, lequel consiste à mêler, à peu près à parties égales, la poudre du minéral avec un flux composé de 1 partie de spath-fluor et 4½ de bi-sulfate de potasse, et à la fondre au chalumeau sur le fil de platine. Au moment de la fusion, la flamme prend une couleur verte, mais elle la perd aussitôt. M. Gmelin a découvert facilement, par ce procédé, l'acide borique

dans toutes les tourmalines; quant à l'anatase, il lui a été impossible d'y réussir. Il ne doute nullement, d'après l'intensité de la couleur verte de la flamme, que la lépidolithe de Rôsna et d'Utö, la pinite de la vallée de Mulde, près de Penig, et le mica d'un granite graphique de Sibérie, ne contiennent de l'acide borique. D'autres minéraux lui ont aussi donné une couleur verte, mais trop incertaine pour ne pas l'attribuer au flux employé, qui en effet en donne une faible quand on le chauffe dans l'obscurité. Plusieurs minéraux traités par la voie humide, d'après les indications du chalumeau pour déterminer la quantité d'acide borique qu'ils étaient supposés contenir, en ont donné effectivement, mais trop peu pour l'apprécier à la balance : tels sont le mica argentin (*silberfarbenen*) de Fahlun et la pinite de la vallée de Mulde. M. Gmelin attribue en grande partie la perte de 4 pour cent qu'il avait trouvée précédemment dans l'analyse de la lépidolithe à la présence de l'acide borique.

(*Aus den Wurtemb. naturwissenschaft. Abhandl.* I. 225.)

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 1er octobre 1827.

M. Julia Fontenelle dépose sur le bureau une tête très-bien conservée d'un habitant de la Nouvelle-Hollande.

M. Latreille rend le compte le plus favorable de la

Monographie de la tribu des zygénides (ordre des lépidoptères), que M. Bois-Duval avait présentée.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire fait ensuite un rapport aussi très-avantageux sur une Notice de M. Rambur, médecin à Ingrandes, concernant un enfant monstrueux.

M. Poisson lit un Mémoire sur les Vibrations des corps sonores.

M. Cauchy annonce qu'il a fait des recherches semblables.

MM. Milne Edwards et Audoin présentent des Recherches anatomiques sur le système nerveux des crustacés.

M. Cagniard de Latour expose les résultats de diverses expériences nouvelles qu'il a faites sur les vibrations des corps sonores.

Séance du lundi 8 octobre.

M. Tournal communique quelques détails sur les cavernes à ossemens du département de l'Aude.

Le Dr Thomas Young remercie l'Académie, qui l'a nommé récemment associé étranger. Le Préfet de Seine-et-Marne demande s'il est nécessaire de conserver la demi-lune qui existe autour de l'extrémité boréale de la base de Melun. M. Rousseau, de Coucy-le-Château, adresse un Mémoire sur le Perfectionnement du Forceps. M. Parseval remet un Supplément à son dernier Mémoire d'analyse. M. de Senne soumet un travail qu'il a fait sur une opération de trachéotomie.

M. Magendie rend un compte avantageux d'un Mé-

moire de M. Breschet concernant l'Anévrisme faux consécutif du cœur et l'Anévrisme vrai des artères.

M. Mirbel fait un rapport verbal favorable sur la Partie botanique du voyage de M. Freycinet, rédigée par M. Gaudichaud.

M. Frédéric Cuvier lit l'Extrait d'un travail qu'il a fait sur le développement des épines du porc-épic.

M. Cagniard continue à exposer ses Recherches sur les vibrations sonores.

Séance du lundi 15 octobre.

M. Julia Fontenelle adresse un paquet cacheté.

M. Delafuge présente un manuscrit intitulé : *Nouvelle Jérusalem apocalyptique*. M. Joseph Anastasi envoie un Mémoire de Mécanique-pratique.

L'Académie a entendu ensuite : Un Mémoire de M. Binet sur la Résolution des équations indéterminées du premier degré ; des Recherches de M. Despretz sur la Chaleur dégagée dans la combustion ; un Mémoire de M. Gasparin intitulé : *Des Climats européens* ; des Recherches de M. Desvoidy sur l'Organisation vertébrale des crustacés, des arachnides et des insectes ; et un Travail de M. Delpech sur la Résection de l'os maxillaire inférieur.

Séance du lundi 22 octobre.

M. Champie adresse en manuscrit quelques Propositions nouvelles de géométrie ; M. Sérullas annonce avoir formé un bromure d'arsenic.

M. Cordier rend un compte verbal très-favorable de

l'Essai géologique sur les environs d'Issoire, que MM. Devèse et Bouillet ont publié.

M. Lacroix, au nom d'une Commission, lit l'analyse du Mémoire présenté par M. Binet sur la Détermination de l'orbite des comètes. Le Mémoire n'a pas été approuvé.

M. Savart donne lecture de l'extrait d'un Mémoire sur l'Élasticité des corps.

M. Despretz communique quelques nouvelles Expériences sur la Chaleur dégagée dans la combustion.

M. Cagniard de Latour présente le résumé de ses expériences sur ce qu'il appelle les chocs solides des cordes.

Sur l'avis affirmatif de la Section de Physique, l'Académie décide qu'il y a lieu à procéder au remplacement de M. Fresnel.

Séance du lundi 29 *octobre.*

M. Coste, capitaine d'artillerie, annonce l'envoi d'un Travail où l'on trouvera diverses expériences de mécanique. M. Fossard adresse un ouvrage manuscrit intitulé : *Utilité de l'horlogerie.*

L'Académie a entendu le compte favorable que M. Mirbel a rendu de l'ouvrage de M. Despréaux intitulé : *Essai sur les Laminaires des côtes de la Normandie*; et un Rapport de M. Cordier concernant les recherches que M. Marcel de Serres a faites sur les volcans éteints du midi de la France.

Sur l'avis affirmatif de la Section de Géométrie, l'Académie décide, au scrutin, qu'il n'y a pas lieu à procéder au remplacement de M. de Laplace.

M. Payen lit une Note relative à un nouveau Borate de soude cristallisé, et à son emploi dans les arts.

La Section de Physique a présenté ensuite, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein :

MM. Savart ; Becquerel ; Cagniard de Latour ; Pouillet ; Despretz.

Séance du lundi 5 *novembre.*

M. Bernier envoie un Mémoire sur les Moyens de descendre au fond de l'eau.

L'Académie procède au scrutin pour l'élection d'un membre ; sur 49 votans, M. Savart réunit 29 voix ; M. Cagniard de Latour 9 ; M. Pouillet 6 ; M. Despretz 5.

D'après l'avis d'une Commission, on écrira au Ministre de l'Intérieur pour le prier d'insister sur la conservation de la demi-lune qui entoure l'extrémité boréale de la base de Melun.

M. Cordier rend compte d'un Mémoire sur les Eaux thermales présenté par M. Gendrin.

Il résulte de ce Mémoire, comme on devait s'y attendre et comme on l'avait d'ailleurs prouvé déjà, que les eaux thermales et l'eau ordinaire se refroidissent de la même manière. L'opinion contraire, quelque répandue qu'elle soit, est donc un préjugé.

M. Cauchy présente de nouvelles Propositions fondamentales sur le calcul des résidus.

M. Adolphe Brongniart lit un Mémoire contenant de nouvelles observations sur les granules spermatiques des végétaux.

M. Girard annonce que le Mémoire présenté dernièrement par M. Anastasi, ne mérite aucun examen.

M. Raspail présente des Observations sur les mouvemens des cils des verticelles.

NOTE *sur les Eaux thermales de Bourbon-Lancy, département de Saône-et-Loire, et sur leurs principes constituans.*

Par M. PUVIS, Ingénieur des Mines.

L'EXTRÊME précision dans les moyens actuels d'analyse chimique et le grand nombre d'eaux minérales qui y ont été soumises récemment, ne peuvent manquer de jeter beaucoup de jour sur les effets de ces eaux pendant long-temps mystérieux; je ne crois pas pourtant qu'on ait profité autant qu'on l'aurait pu des lumières que la chimie a apportées sur ce sujet, pour présenter une classification méthodique des eaux minérales, et dissiper l'obscurité dans laquelle sont encore enveloppés les effets de la plupart d'entr'elles.

Cette tâche semblerait appartenir naturellement aux hommes de l'art placés par le Gouvernement, comme inspecteurs près les diverses Eaux minérales, et chargés d'en surveiller l'emploi; malheureusement, quoique gens de mérite, et quelques-uns même d'un mérite très-distingué, leur zèle pour les établissemens à la tête desquels ils sont placés, le désir qu'ils ont de voir

ces établissemens acquérir de la vogue ; cette complaisance involontaire pour l'objet avec lequel on s'identifie, qui leur fait souvent fermer les yeux sur les résultats fâcheux, et remarquer avec exagération les effets salutaires ; toutes ces causes doivent les rendre peu propres à embrasser sous un point de vue impartial l'ensemble des propriétés des diverses eaux, à les classer convenablement, à désigner pour chacune son emploi spécial et à lui réserver ses vertus caractéristiques, si tant est que les diverses eaux aient nécessairement toutes des propriétés essentielles distinctes : on ne peut disconvenir que l'usage des eaux déjà très-répandu ne gagnât beaucoup à un examen approfondi de ces matières. En attendant qu'il se présente un homme instruit et impartial pour s'en occuper, mettre à profit ce qui a été fait, coordonner les observations nouvelles, on ne peut mieux faire que de chercher à augmenter les matériaux de son travail en multipliant les faits, et l'on ne saurait dès-lors trop applaudir au zèle des chimistes qui depuis quelques années éclairent la route en appesantissant leurs recherches sur la composition des eaux.

Espérons qu'avec le temps nous verrons l'attention se porter de plus en plus sur l'emploi des eaux thermales, et que les hommes viendront à sentir tout le prix de ce puissant moyen de guérison : quand on considère en effet l'immense usage qu'en faisaient les anciens, on ne peut guère douter que la médecine actuelle ne trouvât utile de les employer beaucoup plus qu'elle ne le fait, si l'organisation rétrécie de nos thermes n'y mettait obstacle : il reste beaucoup à faire pour

amener nos établissemens thermaux au point où ils rendraient tous les services que l'humanité réclame, non que je demande qu'ils arrivent au degré de splendeur où les avaient portés les Romains, ce qui ne serait guère possible avec les ressources et les besoins des Gouvernemens modernes, et ce que nos usages ne rendent d'ailleurs point nécessaire.

Parmi les nombreux monumens que les Romains élevèrent dans les Gaules, quelques temples, quelques arcs de triomphe, quelques aqueducs ont vaincu les siècles et restent encore debout : il n'en est pas de même des thermes qu'ils répandirent avec profusion sur tous les points où ils rencontrèrent des sources thermales, et même dans les lieux où la nature leur refusait ce bienfait : de cette multitude de beaux édifices que l'usage des bains, universel chez eux, leur rendait indispensables, et qui portaient l'empreinte de la solidité habituelle de leurs travaux, de quelques-unes de ces villes mêmes qu'ils bâtirent autour des bains, comme à Néris, au Mont-d'Or, etc., on n'a trouvé, à la renaissance de la civilisation, que quelques vestiges ensevelis sous des monceaux de décombres : sans doute, les peuples barbares qui inondèrent les Gaules durent négliger ces monumens, qu'ils ne considéraient que comme un vain luxe; sans doute alors ces monumens n'ont pu se conserver entiers en traversant seize à dix-sept siècles; mais la destruction porte ici un caractère qu'elle ne doit pas uniquement au temps; sur certains points, comme à Néris, elle atteste qu'on n'en peut concevoir les effets qu'en supposant qu'elle ait été secondée par un fanatisme furieux.

Heureusement quelques parties importantes des thermes antiques, par leur nature même à l'abri des ravages des Barbares, ont échappé à la destruction ; c'est ainsi qu'à Bourbon-Lancy, un superbe bassin, des puits, des galeries souterraines, respectés par le temps, ont été retrouvés presque intacts, à moitié ensevelis sous les ruines.

Les sources thermales surgissent à une demi-lieue de la Loire, au pied d'une colline sur laquelle est bâtie la petite ville de Bourbon-Lancy.

Cette ville, quoique dans une position assez élevée, d'où les regards embrassent au loin le bassin de la Loire, est cependant d'un accès facile ; elle se trouve placée à la jonction de plusieurs routes dont les plus importantes sont celles de Moulins et d'Autun.

Elle pourrait offrir toutes les ressources désirables à de nombreux baigneurs ; mais comme tout est mode, ces eaux, assez renommées à d'autres époques, ont maintenant peu de vogue ; aussi le bâtiment thermal, quoique construit récemment, n'offre-t-il que peu de développement ; l'hôpital bâti dans le voisinage est d'ailleurs mesquinement doté et ne pourrait recevoir qu'un petit nombre d'infirmes.

La colline de Bourbon-Lancy a pour base une roche quartzeuse jaunâtre sans stratification apparente, mais remplie de fissures et de joints irréguliers : cette roche change graduellement de nature et de structure à mesure qu'on s'éloigne de Bourbon-Lancy au S.-E., et elle finit par se transformer en une roche schisteuse noirâtre à feuillets courts, recoupée par de nombreux

filons de quartz blanc. Ce terrain, qu'on retrouve sur la rive gauche de la Loire, associé au calcaire de Divon, paraît devoir être rangé comme lui dans les terrains de transition; il s'appuie d'ailleurs à l'E. sur la masse granitique qui sépare le bassin de l'Arroux de celui de la Loire.

On connaît maintenant à Bourbon-Lancy sept sources thermales, dont les principales sont celle du Lymbe, celle des Escures et celle de la Reine.

La température des eaux de la première, prise au bouillon, est de 45° Réaumur; on a trouvé 43° à la fontaine de la Reine et 41° à la fontaine des Escures. La température est constante pour chaque source, et il paraît naturel d'admettre que la différence qu'elles présentent entr'elles tient à la différence de leurs volumes.

La source du Lymbe fournit à elle seule plus que les six autres réunies, et le produit total des sept sources, dans les vingt-quatre heures, est d'environ 300 mèt. c.: ce volume ne paraît éprouver aucune variation.

Les eaux des sept sources sont recueillies dans des puits séparés et réunies ensemble dans un vaste bassin où elles se refroidissent convenablement pour pouvoir servir aux bains et aux douches.

La constance dans la température et le volume des eaux prouve qu'elles partent d'une profondeur considérable, et cette circonstance explique leur haute température, le phénomène des eaux thermales devant être considéré ou comme une conséquence ou comme une confirmation des expériences faites dans ces derniers temps sur la température de l'intérieur du globe.

Les sept sources sont renfermées dans une enceinte de peu d'étendue, et cet extrême rapprochement ne permet pas de douter qu'elles ne proviennent d'une même origine, et qu'ainsi leur composition ne soit identique; on est d'autant plus fondé à admettre cette opinion qu'elle s'appuie sur de fortes analogies; qu'ainsi l'examen des sept sources thermales de Vichy a trouvé la même composition pour les eaux de ces sept sources, quoiqu'elles soient disséminées sur un espace beaucoup plus considérable; que pareil résultat a été trouvé en rapprochant les analyses de plusieurs sources de Sennectère, etc.

La seule cause qui pourrait faire varier la composition des diverses sources serait leur mélange, près de la surface de la terre, avec des eaux douces; mais les eaux de Bourbon-Lancy paraissent si exactement emprisonnées que cette supposition n'est point probable : je crois devoir d'autant plus insister là-dessus que l'analyse dont je vais donner communication n'ayant porté que sur une seule source, il devient nécessaire de donner des motifs suffisans pour en faire appliquer les résultats à toutes les autres.

On n'a que des renseignemens fort incertains sur la disposition des sources relativement au terrain d'où elles surgissent, et qui sans doute est de la nature de la roche quartzeuse jaunâtre dont on aperçoit un escarpement au midi : d'après tout ce qu'on voit ailleurs, on ne peut guère douter que les Romains n'aient établi les beaux travaux de distribution dont on a retrouvé les restes sur la roche solide, et que l'escarpement dont nous venons de parler ne soit le résultat des disposi-

tions qu'ils ont cru nécessaire d'adopter pour arriver à un terrain sans fissures qui leur permît d'emprisonner plus exactement les diverses sources.

Quant aux travaux modernes, à peine ont-ils effleuré la terre ; des tentatives ont été faites en 1750 pour curer et réparer le Lymbe, mais on n'a pénétré qu'à peu de profondeur, les ouvriers étant suffoqués par la chaleur.

Les eaux de Bourbon-Lancy jaillissent avec un bouillonnement dû au dégagement d'acide carbonique, et peut-être par l'effet même de la pression de ce gaz dans les réservoirs souterrains (1). La quantité d'acide carbonique fourni par les eaux, comparée à celle qu'on observe dans beaucoup de sources thermales, est très-peu considérable, et il n'en reste fixé qu'une petite proportion dans les eaux à cause de leur haute température. Ces eaux, comme toutes les eaux thermales, répandent une très-légère odeur bitumineuse ; elles donnent naissance, dans les bassins, à une espèce de fucus qui paraît appartenir aux eaux thermales.

Ces eaux n'ont qu'une saveur très-légère, ce qui fait présumer naturellement qu'elles ne contiennent qu'une très-petite proportion de principes minéralisateurs, et c'est ce que confirment les résultats suivans de l'analyse

---

(1) Il n'est pas inutile de remarquer que cette force de jaillissement qui s'oppose généralement à ce qu'on puisse exactement renfermer dans une seule enceinte tous les filets d'eaux thermales, est en même temps un obstacle qu'on peut considérer comme invincible à leur mélange avec des eaux douces.

de M. Berthier, opérés sur l'eau de la source de la Reine :

	Sels sans eau.
Muriate de soude	0,001170 ;
Muriate de potasse	0,000150 ;
Sulfate de soude	0,000130 ;
Sulfate de chaux	0,000075 ;
Carbonate de chaux	0,000210 ;
Silice	0,000020 ;
Carbonate de magnésie, oxide de fer	une trace.
Total des principes fixes	0,001755.
(1) Acide carbonique libre	0,000270.
Total des principes minéralisateurs.	0,002025.

La présence de la potasse est remarquable, dit M. Berthier, parce qu'on n'a encore rencontré cet alcali dans aucune eau minérale de France.

C'est uniquement comme résultat docimastique ou géognostique que la présence de la potasse peut être remarquée : elle se trouve en si petite proportion que, dans sa combinaison avec les acides sulfurique ou muriatique, elle ne peut avoir aucune influence sur les

(1) La plupart des analyses d'eaux minérales se faisant à de grandes distances des sources et sur des eaux recueillies depuis un temps plus ou moins long ; il doit nécessairement y avoir quelque incertitude sur la proportion d'acide carbonique libre, ce principe, de sa nature, étant très-fugace.

[redacted]

propriétés des eaux, considérées sous le rapport médical : on peut faire la même observation relativement au sulfate de soude dont les propriétés médicamenteuses sont peu actives.

Elles ne contiennent d'ailleurs point de carbonate de soude, substance à laquelle les eaux de Vichy, de Sennectère, de Vals, etc., doivent leur propriété fondante et stimulante; elles ne contiennent point d'hydrogène sulfuré, ce qui ne permet pas de confondre leur action avec celle des eaux dites sulfureuses : elles ne sont point sensiblement ferrugineuses, et la proportion d'acide carbonique libre qu'elles renferment, surtout après qu'elles ont séjourné dans le grand bassin où on les fait refroidir, est si peu considérable qu'on ne peut les ranger parmi les eaux acidules.

Je crois donc qu'il serait déplacé de vouloir chercher dans la composition même des eaux de Bourbon-Lancy des propriétés qui n'y existent pas, et je me hasarderai même à dire qu'il est très-probable qu'on ne doit pas leur chercher d'autre importance que celle qu'elles peuvent tirer de leur volume considérable, de leur haute température et de leur abord facile.

Il semble en effet que si l'on veut mettre de côté tout charlatanisme et rejeter le fatras de propriétés occultes auquel on a long-temps eu recours pour expliquer l'effet des eaux, on sera forcé d'admettre qu'un grand nombre d'eaux thermales, telles que les eaux de Bourbon-Lancy, de Bourbon-l'Archambault, de Néris, du Mont-Dore, de Chaudes-Aiguès, etc., employées principalement à l'extérieur, ne produisent quelquefois des effets différens que parce qu'elles ne sont pas administrées de

ne manière : dans toutes ces eaux, la proportion incipes minéralisateurs actifs est si peu considé- ju'il est difficile que ces principes, surtout à l'ex- :, puissent avoir une action un peu marquée. Si par exemple, on remarque particulièrement les cures opérées au Mont-Dore, c'est que la tem- re des eaux y est mise à profit avec des circon- s particulières qui en favorisent considérablement n. La plupart des maux dont elles produisent la on ont leur source dans l'interruption des fonc- de la peau, ou au moins sont de nature à se ré- par tout ce qui accroît les sécrétions et l'énergie de gane : or, rien n'est plus propre à conduire à ce ue la manière hardie dont les bains y sont admi- s, au bouillon même des sources, au milieu des is d'acide carbonique et de vapeur aqueuse qui s'en pent. A cela, M. Bertrand croit devoir ajouter ience d'une localité fort élevée, et par conséquent pression atmosphérique moindre que la pression uelle, par suite de laquelle les malades qui y sont is se maintiennent plus facilement dans cet état de piration que les bains ont provoqué, et qui est ulièrement propre à stimuler l'activité de la peau éparer ainsi les désordres qui affectent les organes ieurs.

joi qu'il en soit, au reste, de cette dernière expli- n à laquelle on ne peut recourir que dans peu de nstances, du moment où elle est invoquée pour la re au mode particulier d'application des eaux du -Dore, et rendre ainsi raison des effets de ces , c'est qu'on ne trouve pas, dans l'action des prin-

cipes qu'elles renfermaient, la cause des propriétés qu'on leur reconnaît. A plus forte raison alors, devra-t-on admettre que les eaux de Bourbon-Lancy, beaucoup moins gazeuses, celles de Néris, Bourbon-l'Archambault, etc., doivent leurs vertus presqu'uniquement à leur température.

Mais si l'on convient d'un tel résultat, on ne peut se dispenser d'en conclure que l'art peut ici très-facilement remplacer la nature : s'il était permis à un profane de hasarder à cet égard une conjecture, je dirais plus : c'est qu'il me paraît probable que tôt ou tard la médecine, éclairée par les travaux des chimistes, viendra à bout, non-seulement de remplacer efficacement les eaux thermales simples, non-seulement de composer les eaux alcalines, sulfureuses, ferrugineuses, acidules, etc., telles que la nature nous les offre, ce qu'elle fait déjà plus ou moins exactement; mais bien plus, de faire mieux que la nature elle-même. On ne peut croire en effet que les principes qui entrent dans la composition des eaux minérales naturelles concourent tous heureusement à guérir; que les principes reconnus utiles s'y trouvent nécessairement dans les proportions les plus convenables. Ne semble-t-il donc pas, d'après cela, bien raisonnable d'admettre qu'on arrivera à des résultats plus heureux en appliquant les connaissances acquises, ou qui ne peuvent manquer de s'acquérir sur les causes réelles des effets des eaux, au dosage de la chaleur et des principes actifs et bienfaisans, suivant la nature des maux et le tempérament des individus; ne semble-t-il pas dès-lors qu'on pourra former utilement, dans toutes les grandes villes, des éta-

blissemens d'eaux minérales et thermales, pour remplacer avec avantage les eaux naturelles, ne fût-ce que pour les individus qui, pour des motifs quelconques, sont dans l'impossibilité d'avoir recours à ces dernières.

Mais une source abondante, n'eût-elle d'autre mérite qu'une haute température, n'en est pas moins une richesse considérable : une dépense journalière de 100 francs en combustible seulement, même en lui supposant un prix peu élevé, ne suffirait pas pour porter, chaque jour, 300 mèt. c. d'eau à la température nécessaire pour les bains et les douches; on ne peut disconvenir d'ailleurs que, par suite même de la position des établissemens thermaux naturels, ceux qui fréquentent ces établissemens, s'éloignant par là du tourbillon des affaires, se forçant en quelque sorte au repos pour se livrer uniquement, sous la surveillance de médecins habiles, au soin de leur santé; se trouvant transportés dans des lieux généralement salubres, environnés le plus souvent de sites intéressans qui invitent à la promenade; s'astreignant à un régime salutaire qu'ils ne pourraient suivre ailleurs, se conformant enfin, pour l'ordinaire, au précepte *Benè vivere et lactari* (1), se placent ainsi dans des conditions qui secondent puissamment l'action curative des eaux, résultats importans qu'on obtiendrait difficilement au sein des grandes villes. Tout en faisant pressentir qu'on en viendra quelque jour, dans les villes, à imiter la nature, je suis donc bien éloigné de vouloir mépriser ses

(1) C'est l'inscription placée bien anciennement sur la porte de l'habitation du médecin des eaux de Vichy.

[redacted]

dons : je pense au contraire qu'on ne fait point assez pour en tirer tout l'avantage qu'ils pourraient procurer, et je crois qu'il serait digne d'une bonne Administration de prendre des mesures qui permissent à un plus grand nombre d'individus d'y participer.

MÉMOIRE *sur la Formation de l'Éther sulfurique.*

Par MM. DUMAS et BOULLAY fils.

LES transformations si variées que l'alcool éprouve par l'action de l'acide sulfurique concentré à diverses doses, offrent un des sujets les plus curieux de la chimie organique. Quatre composés particuliers, l'éther sulfurique, l'hydrogène bi-carboné, l'huile douce de vin, l'acide sulfo-vinique, résultent de la réaction de ces deux corps suivant les circonstances, et chacun d'eux présente des propriétés si remarquables, que nous avons cru nécessaire de soumettre à une analyse attentive les phénomènes qui accompagnent leur production.

Il y a peu d'années encore, que la théorie si simple et si satisfaisante de MM. Fourcroy et Vauquelin sur la formation de l'éther sulfurique semblait établie sur les bases les plus solides. D'après ces célèbres chimistes, l'acide sulfurique mis en contact avec de l'alcool lui enlevait une portion d'eau pour le transformer en éther. Vers la fin de l'opération, l'alcool étant devenu moins abondant et la température plus élevée, il s'établissait une nouvelle réaction qui donnait naissance à de l'acide sulfureux et à de l'huile douce de vin.

Cette théorie, à la fois simple et complète, fut bientôt généralement admise. Elle reçut une confirmation précieuse des expériences si remarquables de M. Théodore de Saussure. Cet habile observateur ayant démontré que l'alcool ainsi que l'éther sulfurique étaient formés de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, dans les proportions nécessaires pour constituer de l'eau et de l'hydrogène bi-carboné; ayant prouvé en outre que l'éther sulfurique contient moins d'eau que l'alcool, il ne pouvait rester aucun doute sur la certitude de la théorie proposée par MM. Fourcroy et Vauquelin.

Plus tard, M. Gay-Lussac, ayant pris la densité de la vapeur d'alcool et d'éther, en tira des conséquences semblables, quoique ses propres résultats introduisissent une correction importante dans l'analyse de l'éther. Ramenant la composition de ces deux corps à des volumes d'eau et d'hydrogène bi-carboné en rapports simples entr'eux, il fit voir que l'alcool devait être formé de volumes égaux de vapeur d'eau et d'hydrogène bi-carboné, tandis que l'éther sulfurique devait renfermer deux volumes d'hydrogène bi-carboné pour un volume de vapeur d'eau.

Jusque-là tout semblait se réunir pour mettre la théorie de MM. Fourcroy et Vauquelin à l'abri de toute atteinte. Cependant M. Dabit avait fait des remarques singulières relativement à la formation d'un acide particulier pendant l'éthérification. Ces remarques, confirmées par des recherches postérieures de M. Serturner, de M. Vogel et de M. Gay-Lussac, ont fait connaître l'existence d'un acide nouveau semblable à l'acide hypo-sulfurique, dont il diffère néanmoins par

son état permanent de combinaison avec une huile éthérée. Ainsi donc plus de doute que l'acide sulfurique et l'alcool produisent, en réagissant l'un sur l'autre dans la formation de l'éther, 1° de l'éther sulfurique, c'est-à-dire de l'alcool privé de la moitié de son eau; 2° de l'huile douce de vin, dont la composition n'est pas connue; 3° de l'acide hypo-sulfurique; 4° une matière huileuse éthérée qui accompagne ce dernier, et dont la composition n'est pas connue non plus.

Dès que ces faits ont été constatés d'une manière authentique, beaucoup de chimistes ont cru pouvoir en conclure que la théorie de MM. Fourcroy et Vauquelin était renversée. D'autres, plus sages, ont pensé qu'elle recevrait quelques modifications sans doute; mais que du moins la base restait bonne et non attaquée. De là, une foule d'expériences qu'il serait inutile de mentionner ou de combattre. En effet, la théorie ancienne est devenue l'expression d'un fait depuis que l'analyse de l'alcool et de l'éther, confirmée par la densité de la vapeur de ces corps, a été publiée. Pour détruire cette théorie, il faut montrer que l'alcool et l'éther n'ont pas la composition qu'on leur assigne : c'est l'opinion de quelques chimistes; mais nous espérons démontrer qu'ils sont dans l'erreur.

Si la composition de l'alcool et de l'éther est bien connue, il devient évident que MM. Fourcroy et Vauquelin ont pu ignorer l'existence de l'acide hypo-sulfurique, qu'ils ont pu se tromper sur la production de l'huile douce de vin, sans que pour cela la cause à laquelle ils attribuent la formation de l'éther cesse d'être véritable; c'est, du reste, ce que les expériences qui

suivent vont nous donner le moyen d'établir avec la plus grande rigueur. Nous nous sommes bornés à faire une analyse exacte des produits déjà mentionnés, et la théorie est ressortie d'elle-même des résultats obtenus.

Analyse de l'Alcool. L'alcool que nous avons examiné possédait tous les caractères de l'alcool le plus pur et le plus concentré. Il avait été rectifié sur le chlorure de calcium sec à plusieurs reprises. Sa densité était égale à 0,7915 à la température de 18° c. Il bouillait à 76° c. sous la pression de $0^m,745$.

La composition de cet alcool est, d'après nos expériences, parfaitement conforme à celle qui se déduit de la densité de sa vapeur et des considérations pleines de finesse que M. Gay-Lussac a publiées, il y a long-temps, sur les phénomènes de la fermentation alcoolique. Voici les résultats de l'expérience et ceux que donne le calcul :

	Nombres obtenus.	Calculés.
Carbone.....	52,37	52,28 ;
Hydrogène...	13,31	13,02 ;
Oxigène.....	34,61	34,70.
	100,29	100,00.

Les expériences ont été faites sur une plus grande échelle qu'on n'a coutume de le faire, afin de porter une précision plus rigoureuse dans cette analyse. Nous avons toujours brûlé plus d'un gramme d'alcool, au moyen de l'oxide de cuivre. L'eau était recueillie avec soin, ainsi que l'acide carbonique. Quant à l'oxigène, nous l'avons évalué en complétant la réduction de l'oxide de cuivre au moyen du gaz hydrogène. L'oxigène de

l'oxide avant et après l'analyse étant ainsi connus, nous en avons déduit l'oxigène cédé à la matière. L'oxigène de l'acide carbonique et celui de l'eau étant également connus, nous avons pu en déduire l'oxigène propre à l'alcool.

Nos résultats confirment donc pleinement ceux de M. Théodore de Saussure et de M. Gay-Lussac, et l'on peut apprécier leur valeur par les données sur lesquelles ils sont établis.

				Pour 100:		
Alcool employé.	Carb.	Hydrog.	Oxig.	Carb.	Hydr.	Oxig.
1g,742	0g,9070	0g,2036	0,6024	52,06	13,23	34,58.
1 ,502	0 ,7824	0 ,1989	0,5190	52,09	13,24	34,55.
1 ,660	0 ,8792	0 ,2206	0,5565	52,96	13,46	34,72.
			Moyenne.	52,37	13,31	34,61.

Nous avons toujours trouvé, comme on voit, un peu plus d'hydrogène que n'en indique le calcul; mais toutes les personnes qui se sont livrées à ces sortes d'expériences savent assez combien cet écueil est difficile à éviter. Nous ne croyons donc pas devoir insister sur ce point, et nous regarderons comme bien prouvé que l'alcool consiste, ainsi que M. Gay-Lussac l'a établi, en un volume d'hydrogène bi-carboné et un volume de vapeur d'eau.

Analyse de l'Éther sulfurique. Les précautions que nous avions prises pour nous procurer l'alcool pur, l'ont également été pour obtenir de l'éther exempt de tout mélange. Nous avons préparé nous-mêmes ce corps, nous l'avons lavé avec soin pour enlever tout l'alcool, et nous l'avons rectifié sur le chlorure de calcium, jus-

qu'à ce que cette opération ne produisit plus de changement dans ses propriétés. Ainsi préparé, sa densité était égale à 0,713 à la température de 20° c. Il entrait en ébullition à 34° c. sous la pression de $0^m,745$.

Voici nos résultats pour l'analyse de l'éther sulfurique pur :

Carbone.....	65,10	65,04	65,01 ;
Hydrogène...	13,52	13,95	14,08 ;
Oxigène.....	21,05	21,34	21,33.
	99,67	100,33	100,42.

Comme pour l'alcool, nous avons opéré sur une quantité un peu forte, c'est-à-dire un gramme environ.

Comparons ces nombres avec ceux que donne le calcul, et nous serons convaincus de la certitude des idées admises, jusqu'à présent, pour la composition de l'éther, d'après les belles recherches de MM. de Saussure et Gay-Lussac.

	Nombres obtenus.	Calculés.
Carbone.....	65,05	64,96 ;
Hydrogène...	13,85	13,47 ;
Oxigène.....	21,24	21,57.
	100,14	100,00.

Comme, dans l'analyse de l'alcool, nous retrouvons ici un petit excès d'hydrogène ; mais il n'en reste pas moins évident que l'éther pur est formé d'un volume d'hydrogène bi-carboné et d'un demi-volume de vapeur d'eau.

Analyse de l'Huile douce du vin. Celle que nous avons examinée avait été séparée de l'éther par distil-

[redacted]

lation ; comme elle ne bout qu'à une température élevée, elle reste presqu'en totalité dans la cornue. On l'a fait bouillir ensuite jusqu'à ce qu'elle eût distillé en partie. Enfin on l'a distillée sur du chlorure de calcium et un peu de potasse.

Ainsi préparée, sa densité était égale à 0,9174, à la température de 10°,5 c.

L'huile douce du vin n'est qu'un carbure d'hydrogène ; mais ce carbure diffère de tous ceux qui ont été analysés jusqu'à présent par la proportion de ses principes. En effet, nous avons trouvé ce corps formé de :

			Calculé.
Carbone.....	88,36	88,80	88,94 ;
Hydrogène...	11,64	11,20	11,06.
	100,00	100,00	100,00.

Le résultat calculé a été obtenu en supposant ce corps formé de 4 volumes de vapeur de carbone et de 3 volumes d'hydrogène, composition fort simple et pourtant très-différente de celle de tous les carbures d'hydrogène connus jusqu'ici. Nous allons voir, du reste, que cette composition résulte nécessairement de l'espèce de réaction qui donne naissance à l'huile douce, et nous trouverons, dans les expériences suivantes, la confirmation la plus évidente de la composition que nous venons d'énoncer, en même temps que nous arriverons à une théorie qui rend cette composition inévitable.

Analyse du Sulfo-Vinate de baryte. Nous avons analysé l'acide sulfo-vinique en combinaison avec la baryte. Voici les procédés que nous avons employés :

[redacted]

l'eau a été déterminée par la perte dans le vide sec à la température de 160° c., le sulfate de baryte par la calcination au rouge, le carbone et l'hydrogène par l'oxide de cuivre à la manière ordinaire. Dans ce dernier cas, il ne s'est pas dégagé trace d'acide sulfureux, ce qui rend cette expérience fort simple. A la vérité, il s'est toujours dégagé un peu d'hydrogène carboné; mais on a eu soin d'en tenir compte. Voici les résultats de nos diverses expériences :

53,30	54,00	sulfate de baryte }
14,65	14,85	acide sulfureux }
11,32	10,33	carbone }
1,46	1,39	hydrogène }
19,31	20,00	eau.
100,04	100,57.	

La composition de la matière huileuse, ramenée à 100, donnerait :

Carboue.....	88,37;
Hydrogène...	11,63.

C'est donc de l'huile douce du vin. Ceci admis, le sulfo-vinate de baryte se trouve représenté par un atome d'hypo-sulfate, deux d'huile douce de vin et cinq d'eau $Ba\ddot{\dddot{S}}^{2} + 2H^{3}C^{4} + 5Aq$. C'est ce que prouve la comparaison suivante :

	Résultat obtenu.	Résultat calculé.
Hypo-sulfate de baryte.	68,40	67,37;
Huile douce de vin....	12,25	12,27;
Eau................	19,65	20,36.
	100,30	100,00.

Analyse du Sulfo-Vinate de cuivre. On a préparé ce sel par double décomposition, au moyen du sulfovinate neutre de baryte et du sulfate de cuivre. La liqueur, évaporée à consistance de sirop, s'est prise en masse cristalline. On l'a desséchée entre des doubles de papier joseph, et il est resté un sel verdâtre en grains cristallins.

Pour l'analyser, on l'a transformé en deutoxide de cuivre par la calcination : 5 parties ont fourni 1,07 d'oxide ; on en a fait détonner 5 parties avec un mélange de chlorate et de carbonate de potasse ; le résidu, dissous dans l'eau et traité par le chlorure de barium, a fourni 6,30 de sulfate de baryte. Enfin, le carbone, l'hydrogène et l'eau ont été déterminés par la combustion, au moyen du deutoxide de cuivre. On a eu ainsi :

Oxide de cuivre........	21,40 ;
Acide hypo-sulfurique...	38,98 ;
Carbone..............	12,42 ;
Hydrogène............	1,61 ;
Eau........	25,59 ;
	100,00 ;

résultats qui s'accordent avec la formule :

$$Cu\overset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot\cdot}{S}}{}^2 + 2\,C^4H^3 + 5\,Aq.$$

En effet, on a :

	Résultat obtenu.	Résultat calculé.
Hypo-sulfate de cuivre.	60,38	60,83 ;
Huile douce de vin....	14,03	14,72 ;
Eau................	25,59	24,45.
	100,00	100,00.

Analyse du Bi-sulfo-Vinate de plomb. Ce sel s'obtient, lorsqu'on sature le résidu d'éther, au moyen du carbonate de plomb. Même, à la température de l'ébullition et avec un grand excès de carbonate, il reste acide, et la liqueur, filtrée, évaporée et refroidie, laisse cristalliser un sel blanc en aiguilles d'un bel éclat soyeux et d'une transparence parfaite. Ce sel, bien égoutté et séché sur des papiers, conserve sa réaction acide. On peut le neutraliser et même le rendre alcalin au moyen de l'hydrate de plomb ; mais les sels qu'on obtient pouvant être des mélanges, à divers états de saturation, nous avons de préférence analysé le sel acide.

Par la calcination, 100 p. ont fourni 42,8 de sulfate de plomb qui représentent 31,49 d'oxide et 11,31 d'acide sulfurique. D'un autre côté, 100 p., traitées par l'acide nitrique bouillant, ont donné 133 de sulfate de baryte, qui représentent 45,71 d'acide sulfurique, c'est-à-dire quatre fois autant qu'il s'en trouvait dans le sulfate de plomb. Enfin on a déterminé le carbone, l'hydrogène et l'eau comme pour le sel de baryte. Voici les résultats :

31,49	oxide de plomb ;
40,71	acide hypo-sulfurique ;
13,80	carbone ;
1,67	hydrogène ;
12,33	eau.
100,00.	

Ces résultats se rapportent à la formule suivante :

$$\dot{Pb}\,2\,\dddot{S}' + 4\,H^3\,C^4 + 5\,Aq.$$

[redacted]

On a en effet :

	Résultats obtenus.	Résultats calculés.
Bi-hypo-sulfate de plomb.	72,20	72,07 ;
Huile douce de vin......	15,47	15,27 ;
Eau...................	12,33	12,66 ;
Bi-sulfo-Vinate de plomb.	100,00	100,00.

La composition de l'huile qui se trouve dans les sulfo-vinates est évidemment semblable à celle de l'huile du vin. Ramenée à 100 parties, elle présente en effet la composition suivante :

	Carbone.	Hydrogène.
Huile du sulfo-vinate de baryte.	88,58	11,42 ;
Idem......................	88,14	11,86 ;
Huile du sulfo-vinate de cuivre.	88,53	11,47 ;
Idem du sulfo-vinate de plomb.	89,20	10,80 ;
Moyenne.............	88,61	11,38 ;
Huile douce du vin calculée...	88,94	11,06.

D'après cette identité, on peut aisément établir la composition de l'acide sulfo-vinique. Puisque l'huile douce du vin diffère de l'hydrogène bi-carboné, en ce qu'elle renferme un volume d'hydrogène de moins sur quatre, il faut admettre que deux atomes d'acide sulfurique, en perdant un atome d'oxigène pour passer à l'état d'acide hypo-sulfurique, ramènent quatre volumes d'hydrogène bi-carboné à l'état d'huile douce du vin. On a donc, pour la composition de l'acide sulfo-vinique supposé sec, un atome d'acide hypo-sulfurique, huit de carbone et six d'hydrogène, ou bien $\dddot{S}^2 + 2 H^3 C^4$. Cette composition, ramenée à 100, donnerait :

1 atome acide hypo-sulfurique.	902,32	72,70;
8 *id.* carbone...............	301,32	24,28;
6 *id.* hydrogène.............	37,50	3,02;
1 atome acide sulfo-vinique....	1241,14	100,00.

La théorie de l'éthérification devient donc fort simple par le fait : l'acide et l'alcool se partagent en deux parties, dont l'une produit l'huile douce et l'acide hypo-sulfurique, en donnant naissance à une certaine quantité d'eau, dans les proportions suivantes :

2 at. acide sulfurique $2\dddot{S}$	=	$\dddot{S}^2 + 2C^4H^3$ ou 1 at. acide sulfo-vinique.
4 vol. vapeur d'alcool		2 vol. eau formée.
		4 vol. eau mise en liberté.

L'autre portion de l'acide et de l'alcool fournissent par leur réaction de l'acide affaibli et de l'éther.

Il résulte des expériences de M. Vogel que l'on trouve une proportion plus grande d'acide sulfo-vinique dans les résidus d'éther, pris immédiatement avant l'apparition de l'acide sulfureux, que dans ceux qui proviennent d'opérations arrêtées plus tôt ou plus tard. Il est clair, par cela seul, que cet acide se forme dans les mêmes circonstances que l'éther lui-même, et que c'est surtout à sa destruction par la chaleur qu'il faut attribuer le dégagement de l'acide sulfureux et de l'huile douce du vin, ainsi que l'avait déjà supposé M. Gay-Lussac.

On conçoit, d'après ce qui précède, quel serait le rôle du peroxide de manganèse ou de l'acide chromique dans la formation de l'éther. Ils perdraient une portion de leur oxigène pour former de l'eau et de l'huile

douce du vin, en prévenant ainsi la formation de l'acide hypo-sulfurique. M. Gay-Lussac a constaté en effet que cet acide ne se produisait pas dans ces sortes de réactions. La formation de l'acide hypo-sulfurique n'est donc pas indispensablement liée à celle de l'éther. On a peine à croire, d'une autre part, que la production de l'huile douce soit nécessaire à celle de l'éther, tandis que les réactions qui les produisent semblent si indépendantes. Si l'on admet que l'acide fluo-borique, ainsi que l'assure M. Desfosses, donne de l'éther sans huile douce, il paraîtrait du moins que cette nécessité ne serait pas générale.

Tout bien considéré, nous pensons que les deux phénomènes n'ont rien de commun.

On conçoit qu'il n'y aurait aucun avantage à introduire, comme on l'a souvent proposé, du peroxide de manganèse dans le mélange ordinaire pour la fabrication de l'éther. A la vérité, il ne se formerait pas d'acide sulfureux; mais l'huile douce produite accompagnerait l'éther pendant tout le cours de la distillation, tandis que, par le procédé actuel, les derniers produits en sont seuls souillés. Ainsi, jusqu'à ce qu'on ait trouvé le moyen d'employer ou de remplacer l'acide fluo-borique à bas prix, le procédé actuel méritera la préférence.

La formation de l'acide hypo-sulfurique paraît être un phénomène très-fréquent, si ce n'est général, dans les réactions de l'acide sulfurique concentré sur les matières organiques. Nous nous proposons d'en examiner les produits dans quelques-unes de ces opérations; mais nous ne pouvons éviter dès à présent de discuter les opinions émises à ce sujet. Celle que nous avons adop-

tée dans le cours de ce Mémoire avait déjà été établie par M. Gay-Lussac, et comme elle rend mieux raison de la composition de l'huile douce, nous l'avons préférée, quoiqu'elle se trouve en opposition avec l'opinion de quelques chimistes.

En effet, M. Faraday (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tome XXXIV, page 104), en examinant l'action de l'acide sulfurique sur la naphtaline, a observé un acide composé qu'il a été conduit à regarder comme une combinaison d'acide sulfurique et de naphtaline, dans laquelle l'acide sulfurique perdrait la moitié de sa capacité de saturation par la présence de la naphtaline. M. Hennell (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXXV, pag. 154), dans une Note sur la composition de l'huile douce du vin, adopte les mêmes vues, sans entrer dans la discussion approfondie que méritait ce sujet (1). Nous allons chercher à le placer sous son point de vue le plus simple.

MM. Vogel et Gay-Lussac ont comparé les acides de ce genre avec l'acide hypo-sulfurique, et ils ont supposé que cet acide était combiné avec une matière végétale qui en modifiait légèrement les propriétés.

La question, envisagée sous ce double aspect, offre de grandes différences; mais, par le fait, il serait aisé d'arriver à un choix certain entre ces deux suppositions qui sont les seules qu'on puisse faire, si ces sortes de

(1) La Note de M. Hennell, outre qu'elle contient des analyses évidemment inexactes, renferme des résultats que nous n'avons pu discuter, parce que nous ne les avons pas compris, sans doute, faute de renseignemens sur ses procédés ou ses produits.

produits se laissaient manier aussi facilement que les composés inorganiques. D'après MM. Faraday et Hennell, deux atomes d'acide sulfurique se combineraient purement et simplement avec la matière végétale, et leur capacité de saturation serait réduite de moitié, comme si la matière végétale eût saturé l'un de ces atomes. D'après MM. Vogel et Gay-Lussac, les deux atomes d'acide sulfurique perdraient un atome d'oxigène, la matière végétale perdrait deux atomes d'hydrogène; ces deux corps formeraient de l'eau, et il se produirait de l'acide hyposulfurique et une matière végétale nouvelle. Il ne s'agit donc que de savoir si l'on peut ou non séparer cet atome d'eau sans décomposer les sels.

Le sulfo-vinate de baryte que nous avons analysé contiendrait 16 pour $\frac{0}{0}$ d'eau environ, en le calculant d'après l'hypothèse de M. Faraday, et 20 pour $\frac{0}{0}$ si on le calcule d'après celle de M. Gay-Lussac. Nous avons placé dans le vide sec, à la température de 150 à 160° c., 100 parties de ce sel, et la perte s'est élevée à 19 p. $\frac{0}{0}$, avant qu'il n'ait paru prendre l'aspect gras, seul indice qui annonce la séparation de l'huile; mais, pour peu qu'on dépasse la température indiquée, l'huile elle-même se dégage, le sel devient comme pâteux, et la perte ne tarde pas à dépasser 20 p. $\frac{0}{0}$ (1); ce qui laisse quelque doute sur les résultats de cette expérience.

D'après l'ensemble des faits que nous venons d'exposer et d'après les considérations accessoires qui peu-

(1) M. Faraday était placé dans une position plus favorable que nous pour décider la question, son acide sulfonaphtalique lui ayant fourni des sels anhydres. S'il eût porté plus d'attention dans la discussion de ses analyses, il se serait aperçu, ou bien qu'elles sont inexactes, ou bien

vent se déduire des propriétés de l'acide sulfo-vinique, il semble que nous pourrions regarder comme certaines les opinions admises dans le cours de ce Mémoire. Cependant quelques faits nouveaux observés postérieurement à la lecture que nous en fîmes à l'Académie, nous engagent à laisser dans le doute le choix entre les deux hypothèses. Ces nouveaux faits seront exposés et discutés dans un Mémoire qui suivra de près celui-ci.

Nous nous bornerons donc à présenter ici le tableau de nos analyses, dans les deux suppositions, en observant que leurs résultats sont de leur nature entièrement indépendans de l'interprétation qu'on voudra choisir.

Ainsi nous regardons comme certain, que

L'alcool est représenté par $H^2 C^2 + \frac{1}{2} H\dot{H}$;
L'éther sulfurique par $2 H^2 C^2 + \frac{1}{2} H\dot{H}$;
L'huile douce par $H^3 C^4$.

Quant à l'acide sulfurique et aux sulfo-vinates, si tous les faits connus jusqu'à présent donnaient plus de probabilité à l'opinion de M. Gay-Lussac, ceux que nous avons observés récemment s'interprêtent mieux dans

---

qu'elles offrent un résultat contraire à son opinion. Elles présentent en effet un excès de poids qui équivaut précisément à la quantité d'oxigène nécessaire pour transformer en acide sulfurique l'acide hypo-sulfurique qu'on pourrait supposer contenu dans les sels qu'il a examinés. Cette observation, qui n'a pas échappé au Rédacteur des *Annales de Chimie et de Physique*, paraîtra justifiée suffisamment par la comparaison suivante :

	Résultat trouvé par M. Faraday.	Résultat corrigé.
Baryte........	27,57	27,57;
Acide sulfurique.	30,17	27,15;
Carbone......	41,90	41,90;
Hydrogène....	2,877	2,877.
	102,517.	99,497.

l'autre hypothèse : c'est ce qui nous engage à les offrir ici comparativement.

Acide sulfo-vinique.

$$2\dddot{S}+4H^2C^2=\overset{\cdot\cdot}{\dddot{S}}{}^2+2H^3C^4+\dot{H}H.$$

Sulfo-Vinate de Baryte et de Cuivre.

$$\dot{R}+2\dddot{S}+4H^2C^2+4\dot{H}H=\dot{R}+\overset{\cdot\cdot}{\dddot{S}}{}^2+2H^3C^4+5\dot{H}H.$$

Bi-sulfo-Vinate de Plomb.

$$\dot{Pb}+4\dddot{S}+8H^2C^2+3\dot{H}H=\dot{Pb}+2\overset{\cdot\cdot}{\dddot{S}}{}^2+4H^3C^4+5\dot{H}H.$$

Ces conditions d'égalité indiquent suffisamment que le problême ne peut être résolu par l'analyse, et que sa solution doit dépendre d'un autre ordre de considérations. Quant à la théorie de l'éthérification, en elle-même, il est aisé de la faire cadrer avec l'une et l'autre de ces hypothèses.

Recherches *sur l'Indigo*.

Par Mr J. J. Berzelius.

En faisant quelques recherches sur l'indigo du commerce, j'ai reconnu qu'il renfermait quatre substances particulières, et très-probablement d'autres encore, mais en plus petite quantité. Ces substances sont, 1° une matière analogue au gluten, 2° une matière brune; 3° une matière rouge (résine rouge de Bergman et de Chevreul); 4° la matière colorante propre de l'indigo. Les trois premières ne sont pas entièrement insolubles dans l'eau; de sorte qu'en faisant digérer de l'indigo avec de l'eau à 60°, on obtient un liquide d'un vert jaune, qui laisse par l'évaporation un petit résidu. La matière verte trouvée par

Chevreul dans une seule espèce d'indigo, paraît s'être dissoute dans l'eau à la faveur d'une portion d'ammoniaque due sans doute à un commencement de décomposition putride de l'indigo pendant sa dessication. Mais dans l'indigo du commerce je n'ai jamais pu découvrir la moindre trace d'ammoniaque.

Matière glutineuse de l'indigo (*Indig Pflanzenleim*). Pour l'obtenir, on laisse digérer de l'indigo réduit en poudre très-fine avec un acide étendu d'eau, tel que l'acide sulfurique, et l'on fait bouillir deux à trois fois le résidu insoluble avec de l'eau. Celle-ci dissout ordinairement la plus grande partie de la matière glutineuse, parce qu'elle est très-peu soluble tant que l'eau est très-acide. On sature ensuite la dissolution avec du marbre, on filtre et on évapore à siccité. On traite ensuite le résidu par l'alcool, qui dissout la matière glutineuse ; et après l'évaporation de l'alcool on l'obtient sous la forme d'un vernis éclatant, jaune ou d'un brun jaune et transparent. Cette matière se dissout facilement dans l'eau et a une odeur semblable à celle de l'extrait de viande. Chauffée sur une feuille de platine, elle se fond, brûle avec flamme et laisse une cendre blanche. Par la distillation, elle donne les produits des matières animales. Elle est précipitée par le tannin, le perchlorure de mercure, le cyano-ferrure de potassium, l'acétate de plomb et le sulfate de peroxide de fer. Cependant, si la dissolution était acide, le perchlorure de mercure ne donnerait pas de précipité, et le tannin en formerait un moins abondant ; au contraire, le cyano-ferrure ne produit un précipité qu'à la faveur d'un excès d'acide. La matière végéto animale se combine facilement avec les acides et

avec les alcalis. L'acide sulfurique concentré la dissout sans noircir; l'acide nitrique la teint en jaune, et par une action prolongée on obtient une matière sébacée jaune avec de l'acide oxalique et peut-être de l'acide malique. Elle a beaucoup de rapports avec le gluten, mais elle s'en distingue par sa solubilité dans l'eau et parce qu'elle n'est point collante. Elle se distingue aussi de l'albumine végétale par sa solubilité dans l'alcool, et parce qu'elle ne se coagule pas par la chaleur. Les acides ne la séparent pas en totalité de l'indigo; la portion qui reste se dissout au moyen de la potasse caustique.

Matière brune de l'Indigo. Cette matière est plus abondante dans l'indigo que la précédente. Elle y est unie quelquefois avec la chaux et quelquefois avec un acide végétal. On l'obtient en chauffant doucement avec une dissolution de potasse l'indigo traité par un acide. La masse devient noire à l'instant, et l'indigo se gonfle et forme un magma peu épais à mesure que la matière brune est dissoute par l'alcali. Le liquide passe difficilement par le filtre; il est d'une couleur si foncée qu'il n'est transparent qu'en couches très-minces. L'eau avec laquelle on lave l'indigo sur le filtre passe très-lentement; elle est verte ou d'un vert bleu. Cette coloration s'explique par la dissolution d'une partie d'indigo dans une dissolution alcaline, étendue, de la matière brune.

Les acides précipitent la matière brune en une masse volumineuse demi-gélatineuse, d'une couleur presque noire, que l'on peut recueillir sur le filtre. Le liquide d'un brun jaune qu'on obtient et qui doit être légèrement acide, étant saturé avec du carbonate de chaux,

évaporé à siccité et traité par l'alcool, donne une nouvelle portion de principe végéto-animal. La couleur noire est due à la présence de l'indigo combiné avec la matière brune. On le sépare en dissolvant le précipité dans le carbonate d'ammoniaque après l'avoir bien lavé, évaporant la dissolution à siccité et traitant le résidu par une petite quantité d'eau et filtrant. L'indigo reste sur le filtre avec une portion de matière brune; mais il se dissout avec une couleur d'un vert bleu si l'on cherche à le laver, et enfin il reste une portion d'indigo qui échappe à la dissolution. Ce qui prouve bien que la couleur verte est due à l'indigo, c'est qu'on la fait disparaître avec un alcali et le sulfate de fer.

Il est extrêmement difficile de séparer la matière brune des autres principes que contient l'indigo, et l'on peut dire qu'on ne la connaît pas encore à l'état de pureté. Le précipité par l'acide sulfurique, encore humide, mis en digestion avec du carbonate de baryte récemment précipité, se combine en grande partie avec la baryte et devient insoluble; le reste se trouve en dissolution dans le liquide, et donne par l'évaporation un vernis brun, transparent, qui ne se dissout pas entièrement dans l'eau : la partie dissoute contient un peu de baryte.

Dans cet état, la matière brune est à peine sapide; elle n'a point de réaction acide ou alcaline; chauffée, elle donne l'odeur des matières animales, brûle avec flamme et laisse un charbon poreux qui se réduit difficilement en une cendre pesante qui est du carbonate de baryte. Par la distillation, elle donne une huile inflammable, noire, visqueuse, peu fluide, et un

[redacted]

liquide aqueux, sans couleur, fortement ammoniacal.

La matière brune se combine facilement avec les acides. Ces combinaisons sont insolubles dans l'eau. Précipitée de ses dissolutions alcalines par un acide, elle en retient une portion après le lavage, qui lui donne un peu de solubilité. En faisant bouillir longtemps dans l'eau la combinaison de la matière brune avec l'acide sulfurique ou l'acide muriatique, l'eau se teint en jaune, et le résidu se réunit et devient si dur qu'il se laisse pulvériser dans le liquide. Le chlore décolore la dissolution de matière brune. L'acide acétique donne deux combinaisons; l'une avec le *minimum* d'acide est soluble, l'autre avec une plus grande quantité est insoluble. On obtient la première en mêlant du vinaigre avec la dissolution de matière brune dans la potasse jusqu'à ce que le liquide ait une réaction acide, et en évaporant à siccité et dissolvant l'acétate de potasse par l'alcool. En ajoutant un grand excès d'acide acétique à la dissolution alcaline de matière brune, on obtient la combinaison insoluble.

La matière brune forme avec les alcalis des combinaisons solubles d'un brun extrêmement foncé, et peut détruire entièrement leur réaction sur le papier rouge de tournesol. Si l'on sature avec le vinaigre une dissolution de matière brune dans la potasse, de manière qu'elle n'agisse plus sur les réactifs colorés, et si l'on évapore à siccité, et que l'on traite le résidu par l'alcool pour dissoudre l'acétate de potasse, on obtiendra une combinaison neutre de potasse et de matière brune, qui, dissoute dans l'eau et évaporée, donne une masse

noire, éclatante, qui se fend en pièces semblables à de longs prismes en aiguilles. La dissolution de la matière brune dans l'ammoniaque, desséchée à 70°, ne retient plus d'acide carbonique; elle ressemble entièrement à la combinaison formée par la potasse. Les combinaisons de la matière brune avec la baryte et la chaux sont insolubles; la chaux peut même enlever toute la matière brune à la potasse au moyen de l'ébullition.

La combinaison de la matière brune avec le vinaigre, la potasse ou l'ammoniaque, n'est point précipitée par le cyano-ferrure de potassium, le perchlorure de mercure et la noix de galle; mais elle l'est par les acétates neutre et basique de plomb et le sulfate de peroxide de fer. La propriété (de la dissolution dans le vinaigre) de n'être point précipitée par le tannin, le perchlorure de mercure et le cyano-ferrure de potassium, distingue la matière brune de l'albumine et de la gélatine végétales, et doit la faire considérer comme un principe particulier.

La matière brune de l'indigo est décomposée par l'acide nitrique. Le liquide étendu d'eau laisse précipiter une matière floconneuse soluble dans l'ammoniaque, et soumis ensuite à l'évaporation, il donne de l'acide oxalique et une masse feuilletée, d'une saveur d'abord acide, puis fortement amère, qui, saturée avec la potasse, donne du nitre et une matière cristalline amère, d'un jaune roux, déliquescente, soluble dans l'alcool, et ne détonant point par la chaleur; ce qui la distingue des produits que donne l'indigo traité par l'acide nitrique.

Il paraît que la matière brune est ce que Chevreul

a obtenu en combinaison avec l'ammoniaque, et qu'il a décrit sous le nom de *matière verte de l'indigo*; ce qui provient de ce que la dissolution étendue de ce principe dans les alcalis dissout l'indigo, et se colore par là en vert. Chevreul dit qu'il n'a rencontré la matière verte que dans un seul indigo, tandis que j'ai trouvé la matière brune dans toutes les espèces que j'ai examinées, dans les plus riches comme dans les plus pauvres. Il n'est point nécessaire que ce principe se trouve dans l'indigo d'autres plantes, comme dans celui de l'*indigofera*, et je ferai voir ailleurs combien on en obtient du *nerium*, du *spilantus*, du *galega*, *etc*. On peut conjecturer, d'après l'analyse du vouëde faite par Chevreul, que ce principe ou une matière très-analogue se trouve aussi dans cette plante; car son infusion a donné avec l'acétate de plomb une matière brune.

Matière rouge de l'Indigo. On l'obtient en faisant bouillir avec de l'alcool de 0,83 de densité l'indigo traité par les alcalis. Elle est très-difficilement soluble dans l'alcool, et même presque pas à froid. De là, la nécessité d'ébullitions répétées avec de nouvelles portions d'alcool pour la dissoudre entièrement. Vers la fin, la dissolution, au lieu d'une couleur rouge foncée, en prend une d'un bleu clair, due à la présence de l'indigo. Par l'évaporation de l'alcool on obtient un liquide d'un rouge foncé, qui, séparé par le filtre d'une matière pulvérulente d'un brun noir et évaporé, donne un extrait salin qui se dissout de nouveau dans l'eau. C'est une combinaison de matière rouge et de matière brune avec l'alcali, qui peut être précipitée par les acides. En employant le vinaigre en

petit excès, la plus grande partie de la matière brune reste en dissolution ou est emportée par les lavages. Si l'on dissout dans l'alcool la matière rouge restante, on obtient une dissolution d'un beau rouge, qui, évaporée, laisse la matière rouge sous la forme d'un vernis éclatant, d'un brun noir.

Cette matière est insoluble dans l'eau, les acides étendus et les alcalis caustiques. Elle est soluble dans l'alcool et dans l'éther, quoique en petite quantité; l'éther en dissout plus que l'alcool. Par l'évaporation spontanée, elle reste sous la forme d'une poudre d'un rouge foncé.

L'acide sulfurique concentré la dissout en prenant une couleur d'un jaune foncé; l'eau ne précipite rien de cette dissolution; mais la laine la décolore entièrement. L'acide nitrique fumant la dissout aussi et prend une belle couleur pourpre qui passe bientôt au jaune par la décomposition qu'éprouve la matière. Le liquide pourpre, étendu d'eau, laisse précipiter de la matière rouge en apparence sans altération; mais lorsqu'il est devenu jaune, il abandonne une matière jaune floconneuse, semblable à celle qui se présente dans les mêmes circonstances de la dissolution de matière rouge. L'eau précipite la matière rouge en apparence sans altération.

La manière dont la chaleur agit sur cette substance est des plus remarquables. Chauffée brusquement dans l'air, elle se fond, donne de la fumée et s'enflamme en donnant une flamme fuligineuse. Distillée dans un vaisseau vide d'air, elle donne d'abord un sublimé sans cou-

l'acide sulfurique concentré, et ne s'en laisse pas précipiter par l'eau; ce qui n'est point le cas avec le sublimé. La matière rouge qui est mêlée avec des substances étrangères, telles que la matière végéto-animale de l'indigo ou la matière brune, donne à la vérité un sublimé par sa distillation dans le vide, mais qui n'a aucune apparence de cristallisation et qui a éprouvé évidemment une altération, quoiqu'elle ait conservé quelques-unes de ses propriétés.

Indigo pur. Le résidu du traitement de l'indigo par l'alcool n'est point la matière colorante pure; il retient une portion des substances qui ont été décrites, avec du sable et d'autres impuretés; et pour obtenir la matière colorante dans son plus grand état de pureté, il faut la dissoudre par le moyen de la chaux et du protoxide de fer, et recevoir la dissolution dans de l'acide muriatique faible qui retient les matières étrangères, ainsi qu'une portion de la base saline que l'indigo aurait pu entraîner en se régénérant au contact de l'air.

L'indigo, purifié par ce procédé, a les propriétés suivantes. Il n'a ni saveur ni odeur, n'exerce aucune réaction acide ou alcaline, et appartient à la classe des substances les plus indifférentes. Sa couleur est le bleu tirant au pourpre, et prend une apparence cuivreuse par le frottement. Chauffé brusquement, il se fond, bouillone, prend feu, brûle avec une flamme vive accompagnée de beaucoup de fumée, et laisse un charbon qui brûle lentement sans résidu. Si on fait l'opération dans le vide, la vapeur d'indigo se condense en cristaux feuilletés éclatans, d'une belle couleur pourpre; mais il s'en décompose une partie. Il ne se déve-

loppe aucun gaz permanent et il ne se forme point d'eau. En allant très-vite, le sublimé est plus considérable. L'indigo qui se décompose produit une petite quantité d'un corps brun huileux, qu'on sépare des cristaux par des lotions à chaud d'alcool, renouvelées jusqu'à ce qu'il ne se colore plus. Les cristaux que l'on obtient par la distillation de l'indigo du commerce contiennent, outre une huile inflammable, de la matière rouge, et de ce sublimé blanc en lequel celle-ci se décompose. On ne peut les séparer de la matière colorante que par le broiement et des lavages répétés à l'alcool bouillant. Suivant Crum, la température à laquelle l'indigo se volatilise est de 290°, et sa densité est de 1,35. En chauffant l'indigo du commerce avec une lampe à esprit-de-vin entre deux couvercles de creusets de platine, il est parvenu à obtenir jusqu'à 20 pour % d'indigo en cristaux.

L'huile inflammable que l'on obtient par la distillation de l'indigo pur est d'un jaune brun foncé, d'une consistance presque dure, d'une odeur faible, désagréable, ayant de l'analogie avec celle du tabac; elle se dissout lentement dans l'alcool. On obtient d'autant plus de cette huile que l'indigo est moins pur.

C'est une propriété fort remarquable de l'indigo, que, contenant de l'azote, on puisse l'obtenir sous forme gazeuse. La volatilité de ce corps a été remarquée pour la première fois en 1789 par O'Brien, à Londres.

L'indigo pur est insoluble dans l'eau, l'éther, les acides et les alcalis affaiblis : il colore en bleu, par l'ébullition, l'alcool, l'huile d'olive et l'essence de téré-

benthine ; mais, par le refroidissement et le repos, la petite quantité qui avait été dissoute se sépare entièrement.

Le chlore détruit à l'instant l'indigo. L'iode n'agit point sur lui par voie humide ; mais, mêlé à sec et chauffé, la décomposition a lieu. Le phosphore et le soufre sont sans action sur lui.

L'acide sulfurique concentré, surtout celui qui est fumant, le dissout instantanément avec dégagement de chaleur, sans production d'acide sulfureux. L'acide nitrique le décompose avec la plus grande facilité, et donne les produits particuliers très-remarquables qu'on a désignés par les noms d'*acide* et d'*amer de l'indigo*.

Indigo réduit.

L'indigo réduit s'obtient par l'action des sulfites et des phosphites, du phosphore, des sulfures de potassium, de calcium, d'antimoine, etc. ; mais la présence d'un alcali est indispensable pour dissoudre l'indigo réduit. Sans cette condition, aucune réaction n'a lieu. On ne connaît qu'un seul cas où la réduction s'opère dans un acide ; c'est lorsqu'on mêle l'acide sulfurique concentré avec trois à quatre fois son volume d'alcool, et qu'on le fait digérer avec de l'indigo dans un vaisseau couvert : la réduction s'opère pendant l'éthérification. On réduit l'indigo pur par le procédé ordinaire de la chaux et du sulfate de fer ; en se servant d'indigo impur, il se dissout une portion de matière rouge, quoiqu'elle soit seule insoluble dans les alcalis, et elle se précipite avec l'indigo quand il se régénère.

Si, après avoir obtenu une dissolution claire d'indigo réduit, on y porte, sans le contact de l'air, quelques gouttes d'acide acétique, il se fait un précipité blanc, floconneux, composé d'écailles cristallines brillantes, particulièrement visibles par l'agitation ou aux rayons solaires, et qui, par le repos ou un excès d'acide, se réunissent en flocons blancs. Plus la dissolution était pure, plus il faut de temps au précipité pour se rassembler. Aussitôt qu'après douze ou vingt-quatre heures de repos la masse ne diminue plus, on décante le liquide, et on jette le précipité sur un filtre où on le lave avec de l'eau bouillie et refroidie dans un vaisseau fermé jusqu'à ce que l'eau ne passe plus acide. On presse ensuite la matière entre du papier absorbant, et on la dessèche dans le vide avec l'acide sulfurique : avant la dessiccation, elle paraît verte, mais après, elle est presque blanche ou d'un gris blanc. On peu même la dessécher à l'air en petites quantités à une température de 24°, sans qu'elle s'altère.

A l'état sec, l'indigo réduit est consistant, d'un blanc grisâtre, avec un certain éclat soyeux, et il est très-vraisemblable que sa couleur est le blanc. La couleur verte qu'il prend avant de devenir bleu, au contact de l'air, paraît annoncer un degré d'oxidation intermédiaire entre le blanc et le bleu. A l'état sec ou humide, il n'a ni saveur ni odeur, n'agit pas sur le papier bleu de tournesol, et n'a point par conséquent les caractères acides. Il est entièrement insoluble dans l'eau; mais il se dissout dans l'alcool et dans l'éther en les colorant en jaune. L'air que renferment ces liquides régénère un peu d'indigo bleu qui se précipite. C'est

[redacted]

par cette solubilité dans l'alcool de l'indigo réduit, que s'explique la réduction de l'indigo au moyen d'un mélange d'alcide sulfurique et d'alcool. La dissolution éthérée ne laisse rien précipiter à l'air de longtemps ; elle devient verte, commence à louchir en passant au pourpre, mais ne commence à déposer de l'indigo que lorsqu'une grande partie de l'éther s'est évaporée ; il se forme alors des écailles pourpres, brillantes, d'une apparence cristalline.

L'indigo réduit, récemment précipité, devient instantanément bleu en le mêlant avec de l'eau contenant de l'air. Exposé, encore humide, quelques heures au contact de l'air, il devient de plus en plus pourpre; s'il est desséché, il s'oxide beaucoup plus lentement, et il lui faut plusieurs jours pour devenir entièrement bleu. Il ne passe point alors par la couleur verte; il prend d'abord une couleur bleue claire, et à la fin une couleur bleue foncée, sans pourpre. En chauffant bien graduellement au contact de l'air, de l'indigo réduit desséché, il arrive un point où toute la masse devient instantanément d'un pourpre foncé; c'est une véritable combustion de l'indigo. En le chauffant dans le vide, il se décompose en donnant un peu d'eau; mais il est incertain si cette eau est formée dans l'opération ou si elle est seulement dégagée; il se sublime de l'indigo bleu, et il reste un charbon abondant. Aucun gaz ne se dégage pendant cette décomposition.

L'indigo réduit ne paraît pas se combiner avec les acides affaiblis. L'acide sulfurique concentré fumant le dissout instantanément avec une couleur pourpre extrêmement foncée, qui devient bleue en allongeant

d'eau la dissolution. Il paraîtrait, d'après cela, qu'une portion d'acide sulfurique se décompose, peut-être en acide hypo-sulfurique, et que l'indigo se change en indigo bleu soluble. L'acide nitrique le précipite d'abord en blanc; mais un petit excès d'acide le colore en bleu, et une plus grande quantité le décompose.

L'indigo réduit se combine au contraire très-volontiers avec les bases salines. Il se dissout également bien dans les alcalis carbonatés et caustiques, dans les hydrates de baryte, de strontiane et de chaux. La couleur de la dissolution est d'un jaune pur à froid, et d'un jaune roux à chaud ou quand elle est très-concentrée. La dissolution ammoniacale est assez souvent verte parce qu'elle dissout en même temps de l'indigo ou qu'elle le retient en suspension.

Il n'a pas été possible d'obtenir aucune de ces combinaisons pures à l'état sec. Pendant l'évaporation dans le vide, elles se colorent assez en bleu pour cacher leur véritable apparence; et comme elles se dissolvent dans l'alcool, on ne peut se servir de ce liquide pour les précipiter.

La chaux donne deux combinaisons avec l'indigo réduit. L'une, entièrement saturée d'indigo, est soluble dans l'eau et inconnue dans son état sec; l'autre, avec excès de chaux, est insoluble et d'un jaune citron. Elle se forme pendant la réduction de l'indigo, si l'on ajoute trop de chaux, et se dépose pour la plus grande partie : de manière que l'on peut en séparer le sulfate de chaux nouvellement formé et l'oxide de fer. Elle se dissout en très-petite quantité dans l'eau privée d'air, et la colore en jaune clair. La magnésie forme aussi avec l'indigo réduit une combinaison soluble, mais moins que celle de la

[redacted]

chaux; c'est pour cela qu'elle se précipite en partie avec une couleur blanche lorsqu'on met un cristal de sulfate de magnésie dans une dissolution d'indigo réduit. Une autre partie reste en dissolution et colore le liquide en jaune.

L'indigo réduit se combine avec les autres bases lorsqu'on met dans sa dissolution un sel cristallisé, et qu'on a soin d'exclure tout contact de l'air. L'alumine donne une combinaison blanche qui bleuit instantanément sur le papier, et qui après la dessication donne une belle poudre d'un bleu foncé, brillant au soleil comme si elle était composée de petites parties cristallines. En général, toutes ces combinaisons bleuissent plus promptement à l'air que l'indigo seul; sans doute à cause de son état de division. Les sels d'oxidule de fer, d'étain et de plomb, donnent des précipités blancs qui bleuissent aussi à l'air instantanément. Le précipité formé par le fer ne donne point d'indigo par la sublimation; celui formé par le plomb est un peu cristallin; il se décompose avec une faible détonation, et le plomb est réduit. Le précipité formé par l'étain donne de l'indigo par la sublimation. Le sulfate neutre de peroxide de fer produit un précipité d'un brun noir, qui ne change pas tant que tout l'indigo n'est pas précipité: mais en mettant un excès de sulfate, le fer passe aussitôt à l'état d'oxidule, et le précipité brun devient bleu. Les précipités formés par les sels d'oxidule de cobalt et de manganèse ne donnent point d'indigo par la sublimation. Le nitrate d'argent donne un précipité noir qui ne change pas à l'air, et qui donne par la sublimation de l'indigo. Les sels de cuivre, comme on

le sait depuis long-temps, produisent instantanément du bleu. Le cuivre est changé en oxidule, malgré la présence d'une base ; mais si l'acide était en excès, le cuivre serait entièrement réduit.

On a expliqué de plusieurs manières le changement que l'indigo éprouve en se décolorant. Giobert croyait que le corps soluble qu'il forme perdait du carbone en devenant bleu au contact de l'air. Doebereiner et, après lui, Chevreul, ont considéré l'indigo réduit comme une combinaison d'hydrogène et d'indigo à laquelle l'hydrogène était fourni par l'eau, de manière que l'indigo se régénérait à l'air par la combinaison de l'hydrogène avec l'oxigène. Ce changement a pour lui d'être analogue à la formation des hydracides par la décomposition de l'eau, au moyen d'un chlorure, par exemple, et c'est pour cela que Doebereiner croit que l'indigo réduit est un acide qu'il a appelé *acide isatique*. Mais cette explication ne repose sur aucun fait. Il est plus vraisemblable que l'indigo réduit contient le même radical que l'indigo, et que celui-ci est combiné avec une petite quantité d'oxigène. D'après cette manière de voir, l'indigo se comporterait comme le peroxide d'hydrogène, dont la réduction est empêchée par les acides, et qui est au contraire favorisée par les alcalis.

(*La suite dans le Cahier prochain.*)

[redacted]

SUR *l'Électricité acquise par les fils de métal plongés dans les flammes.*

PAR M. BECQUEREL.

(Communiqué à l'Académie royale des Sciences le 23 octobre 1827.)

M. POUILLET, dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 30 mai 1825 et imprimé dans le Numéro d'août dernier, des *Annales de Chimie et de Physique*, pag. 401 et suiv., s'est occupé de recherches sur l'électricité dégagée dans les combinaisons gazeuses. Après avoir rappelé les tentatives infructueuses faites par de Saussure et sir H. Davy, pour recueillir de l'électricité pendant la combustion du fer ou du charbon dans l'oxigène ou dans l'air, l'auteur ajoute : « Plus « récemment d'autres physiciens ont tenté de nouvelles « recherches sur l'électricité de la flamme (*Annales* « *de Chimie*, tom. XXV, pag. 378, et tom. XXVII, p. 5); « mais les hypothèses qu'ils ont faites ne pouvaient les « conduire à la vérité. » Cette phrase, qui s'adresse en partie à moi, pouvant faire croire que j'ai été induit en erreur dans l'exposition des phénomènes électriques qui se manifestent pendant le contact des flammes et des fils de métal, j'ai repris mes expériences, je les ai répétées avec soin, et je me suis convaincu que les faits que j'ai observés proviennent de propriétés particulières que les métaux acquièrent à une certaine température quand ils sont plongés dans les flammes ; ainsi l'électricité que prend une spirale de platine, plongée dans une partie quelconque d'une flamme produite par la combustion du gaz hydrogène ou de l'alcool, ne provient pas toujours de celle que reçoit de la combustion

cette même partie. Les expériences suivantes ne laisseront aucun doute à cet égard.

Dans cette Note, il ne sera question que des effets électriques qui ont lieu dans le contact des flammes et des fils ou lames métalliques, et non de ceux qui ont été étudiés avec soin par M. Pouillet dans la combustion du charbon, pendant laquelle le charbon prend l'électricité négative, et l'acide carbonique ou l'air ambiant l'électricité positive ; résultat conforme au fait général que j'ai annoncé il y a plus de trois ans, que dans les actions chimiques, et notamment dans la combinaison des acides avec les alcalis, les effets électriques sont inverses de ceux que donne le simple contact.

On connaît la belle découverte de M. Erman sur la réciprocité d'action isolante et conductrice, que le platine incandescent de la lampe aphlogistique de M. Davy exerce sur les deux électricités. Pour montrer cette propriété, on place sur un électromètre une lampe aphlogistique, dont le fil de platine est en pleine incandescence ; on présente au-dessus de la lampe le pôle négatif d'une pile sèche ; les deux feuilles d'or divergent aussitôt ; on présente ensuite de la même manière le pôle positif, et il n'y a alors aucune divergence ; ainsi le fil de platine, qui est incandescent, n'a donné passage qu'à l'électricité négative. Le contraire a lieu quand l'électricité passe d'un fil incandescent, dans un autre qui ne l'est pas, l'un et l'autre fil étant à distance. Tel est le principe qui me sert à expliquer les phénomènes que j'ai observés.

On pose sur le plateau supérieur d'un excellent condensateur une lampe aphlogistique en cuivre, dont la spirale en platine est séparée du vase par un tube en

[redacted]

Analyse *de quelques Alliages de Bismuth.*

Par M. Léonard Laugier.

Parmi les moyens analytiques employés pour séparer le bismuth des autres métaux avec lesquels il peut être allié, l'eau a été l'agent choisi de préférence par la propriété qu'elle possède de décomposer les sels de bismuth, quoique l'on sache que ce liquide n'opère jamais une séparation complète, même dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire, qu'après avoir dissous ce métal dans l'acide nitrique, évaporé à siccité, et traité par l'eau, il en reste encore une partie en dissolution.

Il fallait donc recourir à un procédé plus rigoureux pour arriver à une analyse exacte : j'ai découvert que le carbonate d'ammoniaque mis en excès dans un sel de bismuth, redissolvait entièrement le précipité d'abord formé ; mais le carbonate de potasse et surtout celui de soude, ne jouissent point de la même propriété.

Pour m'assurer jusqu'où pouvait aller l'erreur commise dans le traitement par l'eau, j'ai dissous 10^{gr} de bismuth pur dans l'acide nitrique étendu ; j'ai évaporé complètement à siccité et traité par l'eau, et dans la liqueur filtrée, j'ai obtenu par l'hydrosulfate de potasse, un précipité de sulfure de bismuth correspondant à $0^{gr},52$ de métal.

Analyse d'un Alliage de Plomb et de Bismuth. Je traite par l'acide nitrique étendu d'eau de manière à dissoudre complètement les deux métaux. Je verse dans la dissolution du carbonate d'ammoniaque qui précipite

d'abord les carbonates de plomb et de bismuth : en ajoutant un excès du précipitant, ce dernier se redissout complètement. On filtre, on lave avec du carbonate d'ammoniaque afin d'enlever tout le bismuth qui pourrait sans cette précaution adhérer au carbonate de plomb. Enfin, lorsque l'on est certain qu'il ne peut plus y avoir de bismuth, on termine les lavages avec de l'eau tiède. Cette précaution est nécessaire pour dissoudre tout le carbonate d'ammoniaque employé aux lavages.

On prend la liqueur alkaline, on la sature par un acide, puis l'on y verse de l'ammoniaque en excès; tout l'oxide de bismuth se précipite; on le recueille sur un filtre, on dessèche et on pèse.

Il est une autre méthode, plus simple peut-être, mais moins exacte; c'est de faire bouillir la liqueur alkaline, évaporer à siccité, traiter par l'eau, filtrer pour receuillir l'oxide de bismuth ainsi précipité; mais cette méthode conduit à un inconvénient qu'il est difficile d'éviter, c'est l'adhérence de l'oxide au vase évaporatoire.

	Alliage employé.	Analyse.
Plomb.....	0g,5	0g,491;
Bismuth....	0 ,5	0 ,496.
		0 ,987.

Quoique l'analyse quantitative soit le meilleur moyen de prouver l'exactitude d'un procédé, j'ai voulu m'assurer si réellement les deux métaux étaient bien séparés l'un de l'autre par le carbonate d'ammoniaque; si le plomb ne retenait pas de bismuth, si le bismuth ne contenait pas de plomb. J'ai donc fait l'analyse qualitative et du carbonate de plomb et de l'oxide de bis-

muth. Je les ai dissous dans l'acide nitrique faible; j'ai évaporé à siccité et traité par l'eau.

Le nitrate de plomb s'est dissous totalement; il n'y avait donc pas de traces de bismuth.

Le nitrate de bismuth s'est trouvé décomposé par l'eau, et en versant un sulfate soluble dans la liqueur filtrée, je n'ai obtenu aucun précipité; il n'y avait donc pas de traces de plomb.

Analyse de l'Alliage fusible de D'Arcet, *composé de* 8 *de Bismuth*, 5 *de Plomb et* 3 *d'Étain*. On traite par l'acide nitrique étendu; l'étain se sépare à l'état d'oxide, le plomb et le bismuth se dissolvent; on filtre, on lave avec de l'eau acidulée; l'oxide d'étain resté sur le filtre donne le poids du métal.

Quant à la liqueur acide contenant en dissolution les nitrates de plomb et de bismuth, on la traite comme il vient d'être dit. L'analyse de 1gr.,6 d'alliage a donné:

Bismuth....	0.798;
Plomb.....	0.495;
Etain......	0.3.
	1.593.

Sur *l'Efflorescence*.

Plusieurs sels exposés à l'air ont, comme on sait, la propriété de s'effleurir; c'est-à-dire de tomber en poussière et de perdre de leur eau de cristallisation; et on pense généralement que les sels, après l'efflorescence, sont entièrement anhydres. Convaincu depuis long-

temps que cette opinion n'était point exacte, j'ai fait quelques essais sur les principaux sels qui jouissent de l'efflorescence à un haut degré.

Le sulfate de soude hydraté, exposé à l'air par un temps même peu sec, perd facilement toute son eau de cristallisation.

Le phosphate de soude devient promptement opaque sans changer de forme. Après trois mois d'exposition à l'air, il contenait, le 18 juillet, 7,4 proportions d'eau (on sait que dans son état ordinaire il en contient 12). Réduit en poudre, et exposé à l'air en couche mince sur une feuille de papier, il a donné, le 26 juillet, 6,5 proportions d'eau. Exposé de nouveau à l'air, par un temps chaud et sec, il n'en contenait plus, le 31 juillet, que 5,65 proportions. Abandonné ensuite jusqu'au 21 octobre, époque à laquelle le temps était devenu plus froid et plus humide, il s'est trouvé contenir 7,2 proportions d'eau; du phosphate qui avait été calciné, a repris, en cinq jours, à l'air, à peu près une demi-proportion d'eau.

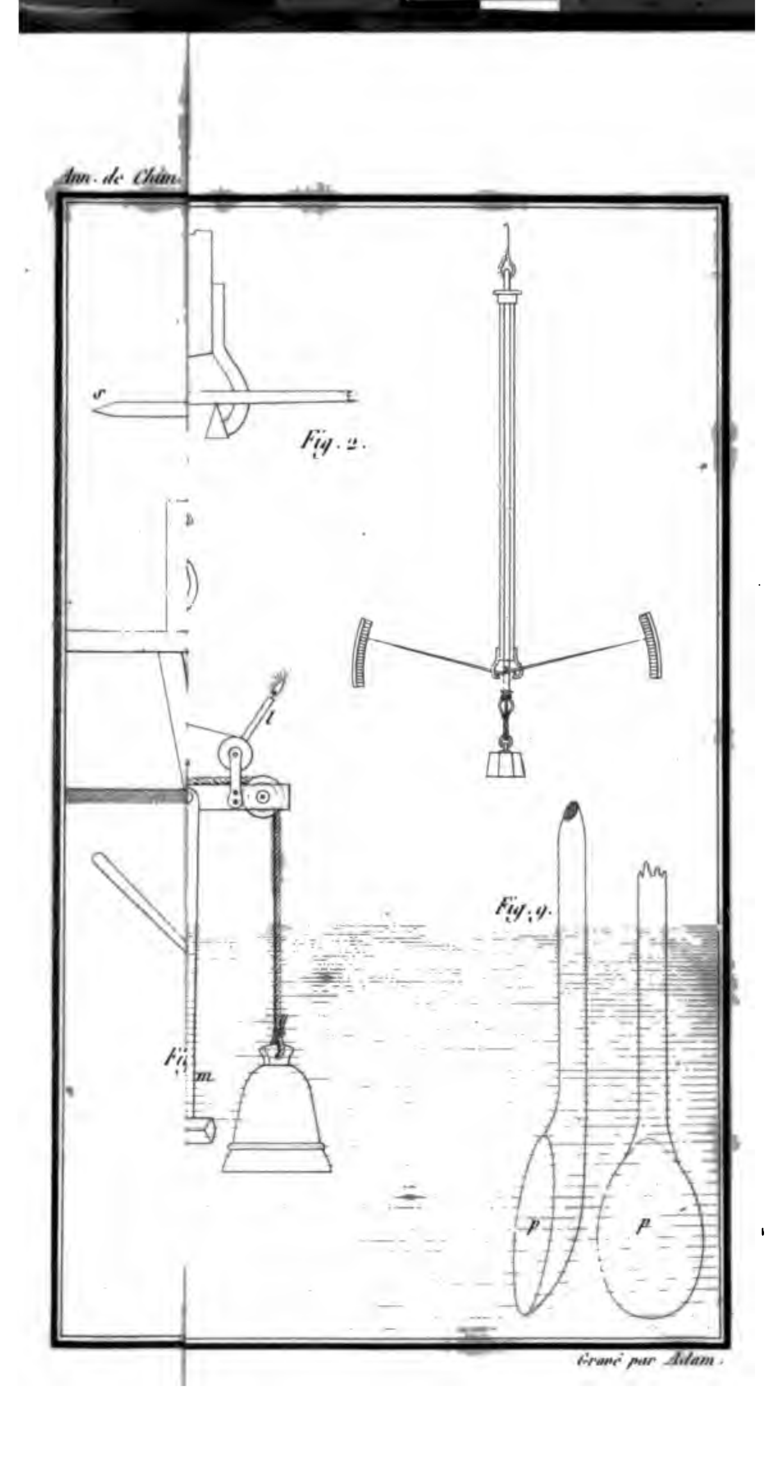
Le carbonate de soude se comporte à l'air comme le phosphate; il devient opaque, et perd beaucoup d'eau sans que sa forme s'altère; mais je ne l'ai jamais trouvé anhydre à l'air.

Il resulte de ces observations que quelques sels peuvent perdre complètement leur eau de cristallisation à l'air, mais que d'autres en retiennent des quantités variables avec son état hygrométrique. Je ne prétends pas cependant que l'eau ne puisse s'arrêter à des proportions définies; il paraît seulement que dans le phosphate et le carbonate de soude l'affinité qui lie une proportion d'eau d'un certain numéro, la 7e, par exemple, est peu différente de celle qui unit la proportion immédiatement au-dessus, ou immédiatement au-desous.

G.-L.

[redacted]

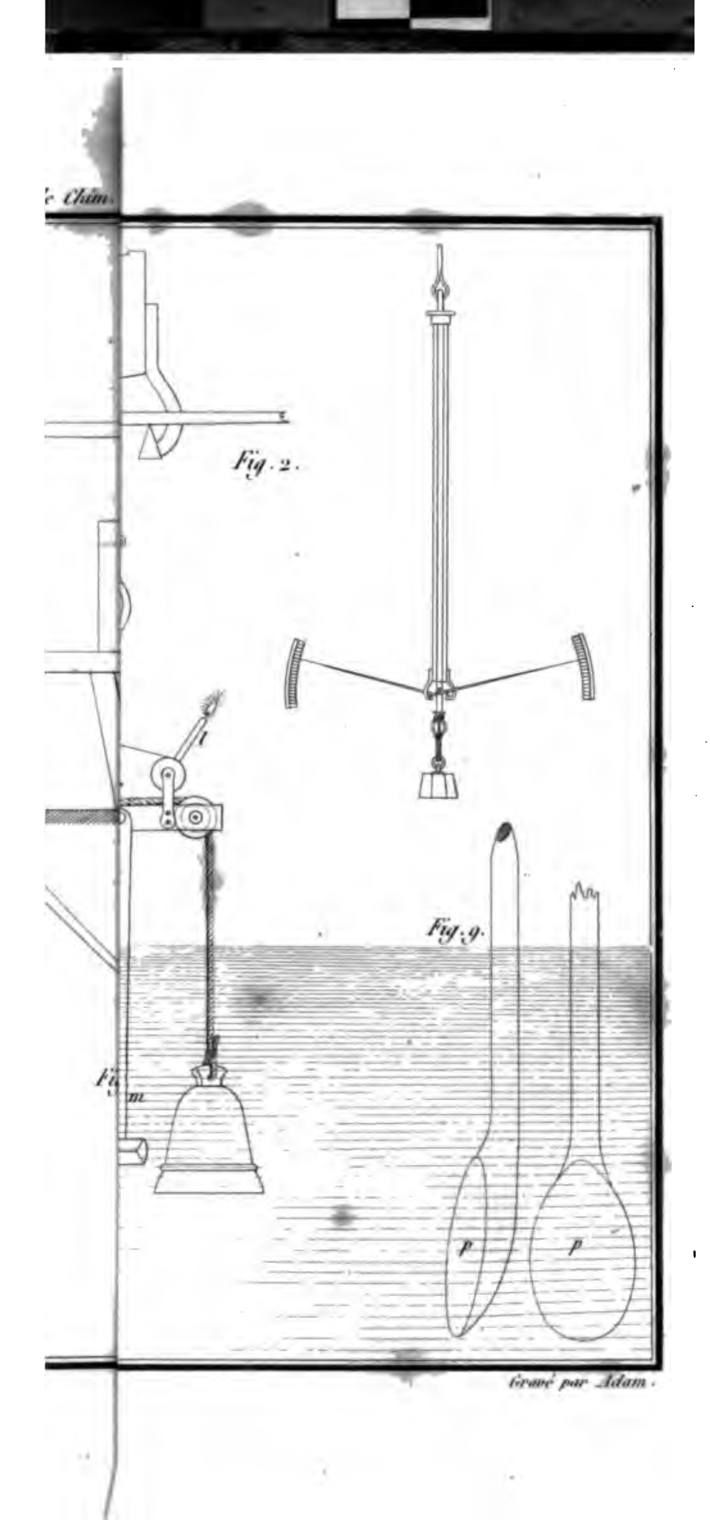
JOURS.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Thermomètre maxim.	minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	755,64	+ 6,4	80	756,29	+ 8,6	74	757,15	+ 9,2	69	759,26	+ 4,2	80	+ 9,2	+ 4,0	Nuageux.	N. fort.
2	752,76	+ 8,8	88	750,80	+10,3	89	752,82	+ 9,8	80	757,84	+ 7,5	80	+10,3	+ 7,0	Couvert, pluie.	O. N. O.
3	762,62	+ 8,3	82	762,92	+10,0	78	762,42	+10,8	79	762,84	+ 8,0	84	+10,8	+ 4,4	Eclaircies.	S. O.
4	764,40	+ 9,5	90	764,54	+12,5	82	764,50	+12,4	84	766,17	+10,0	89	+12,5	+ 7,0	Couvert.	O. S. O.
5	768,05	+10,4	88	768,38	+13,2	87	768,45	+13,0	87	769,50	+11,5	90	+13,2	+ 8,7	Très-nuageux.	O.
6	767,68	+11,5	89	766,64	+13,3	85	765,40	+13,3	84	764,40	+11,0	84	+13,3	+11,0	Couvert.	O.
7	762,80	+10,9	88	761,84	+12,7	87	761,20	+12,1	84	760,46	+10,7	81	+12,8	+10,0	Couvert	N. O
8	759,82	+ 7,3	90	759,16	+10,3	82	759,13	+ 9,5	80	754,46	+ 8,0	88	+10,3	+ 6,8	Couvert.	E. S. E.
9	756,57	+ 8,5	89	755,53	+10,2	89	754,20	+10,7	87	753,57	+ 9,4	89	+10,7	+ 7,5	Couvert.	S.
10	755,04	+11,3	89	755,63	+13,1	81	756,27	+12,2	77	754,47	+ 9,1	83	+13,1	+ 9,1	Couvert.	N. O.
11	758,49	+11,4	90	757,82	+13,7	85	757,18	+13,2	85	757,70	+11,9	90	+13,7	+10,5	Couvert.	O. N. O.
12	760,06	+ 8,5	88	760,38	+11,5	78	760,32	+12,0	70	761,60	+ 7,5	80	+12,0	+ 7,5	Nuageux.	N. O.
13	761,63	+ 8,5	88	761,34	+ 9,2	89	760,58	+ 8,2	89	760,60	+ 5,2	82	+ 9,2	+ 4,7	Pluie fine.	N. O.
14	759,90	+ 2,8	84	758,90	+ 4,0	70	758,10	+ 3,8	69	757,34	— 0,3	84	+ 4,0	— 0,8	Eclaircies.	E. S. E.
15	751,91	— 1,5	89	753,48	+ 3,4	77	752,02	+ 4,0	75	752,10	+ 2,9	85	+ 4,0	— 4,2	Quelq. petits nuages.	S. O.
16	747,58	+ 5,5	89	748,12	+ 8,0	81	748,00	+ 9,8	79	750,60	+ 7,3	86	+ 9,8	+ 4,8	Couvert.	S. S. E.
17	754,30	+ 6,4	82	754,65	+10,1	83	754,86	+11,0	82	750,55	+ 7,5	90	+11,0	+ 4,2	Nuageux.	S. E
18	759,86	+ 5,5	89	760,28	+10,6	88	759,02	+11,9	82	761,05	+ 6,7	89	+11,9	+ 3,5	Légères vapeurs	S. E
19	762,50	+ 1,9	90	762,46	+ 7,2	89	762,17	+10,2	68	761,01	+ 6,0	90	+10,2	+ 1,2	Légeres vapeurs.	N. N. E.
20	761,56	+ 3,5	90	760,42	+ 5,1	84	759,28	+ 5,0	89	758,86	+ 4,8	92	+ 5,1	+ 2,5	Brouillard tres-épais	E. N. E.
21	758,52	+ 4,7	90	759,48	+ 4,5	88	753,50	+ 5,7	85	757,88	+ 2,1	82	+ 5,7	+ 1,7	Couvert.	E. N. E.
22	754,53	+ 1,5	89	751,60	+ 2,8	87	752,04	+ 4,3	74	751,37	— 1,5	89	+ 4,2	— 1,5	Couvert, brouillard.	N. N. O.
23	750,60	— 0,9	89	750,04	+ 1,1	85	749,40	+ 0,5	85	748,10	— 0,8	90	+ 1,1	— 1,7	Couvert.	O. N. O.
24	749,90	— 0,0	89	751,30	+ 2,0	88	752,74	+ 3,1	83	757,42	— 1,0	88	+ 3,4	— 1,0	Quelques éclaircies.	N. O.
25	760,34	— 0,2	89	760,18	+ 4,0	83	758,78	+ 1,5	84	759,44	+ 1,7	91	+ 4,0	— 1,5	Quelq. floc. de neige.	O. S. O.
26	765,10	+ 2,3	88	766,30	+ 2,8	88	766,82	+ 2,0	89	769,70	+ 0,7	89	+ 2,8	+ 0,5	Couvert, brouillard	E. S. E.
27	770,11	+ 0,2	89	767,45	+ 1,5	85	768,26	+ 0,9	86	768,12	— 2,0	89	+ 1,5	— 2,0	Couvert.	S. E.
28	763,32	— 3,8	90	761,96	— 0,8	89	760,23	+ 0,4	89	756,71	— 2,8	90	+ 0,4	— 3,8	Couv., br. très-épais	S. S. E.
29	745,91	+ 0,7	90	744,10	+ 2,5	90	744,76	+ 6,7	90	747,32	+ 5,0	90	+ 6,7	+ 0,6	Tres-couv., brouill.	O. S. O.
30	748,60	+ 4,2	90	742,54	+ 6,5	90	746,42	+ 8,0	90	746,50	+10,0	90	+10,0	+ 2,8	Couvert, pluie fine.	S. S. O.
1	760,48	+ 9,3	87	760,22	+11,4	83	760,15	+11,3	81	761,10	+ 8,9	86	+11,6	+ 7,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	758,06	+ 5,1	88	757,77	+ 8,3	83	757,24	+ 8,9	81	757,59	+ 6,0	87	+ 9,1	+ 3,4	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 2,69
3	756,69	+ 0,9	89	756,52	+ 2,7	87	755,78	+ 3,3	85	756,01	+ 1,2	88	+ 4,0	+ 0,6	Moyenn. du 21 au 30	Terrasse, 2,130
	758,41	+ 5,1	88	758,17	+ 7,5	84	757,73	+ 7,8	82	758,23	+ 5,4	87	+ 8,2	+ 3,4	Moyennes du mois,	+ 5,8.



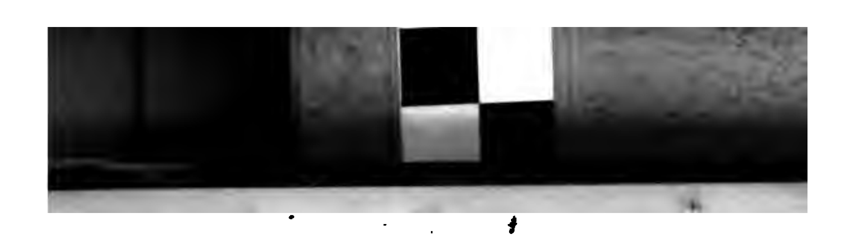
Gravé par Adam.

[redacted]

…RS.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	… DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	755,64	+ 6,4	80	756,29	+ 8,6	74	757,15	+ 9,2	69	758,26	+ 4,2	80	+ 9,2	+ 4,0	Nuageux.	N. fort.
2	750,76	+ 8,8	88	750,60	+10,3	89	752,82	+ 9,8	80	757,84	+ 7,5	80	+10,3	+ 7,0	Couvert, pluie.	O. N. O.
3	762,62	+ 8,3	82	762,92	+10,0	78	762,42	+10,8	79	762,84	+ 8,0	84	+10,8	+ 4,4	Eclaircies.	S. O.
4	764,40	+ 9,5	90	764,54	+12,5	82	764,50	+12,4	84	766,17	+10,0	89	+12,5	+ 7,0	Couvert.	O. S. O.
5	768,05	+10,4	88	768,38	+13,2	87	768,45	+13,0	87	768,50	+11,5	90	+13,2	+ 8,7	Très-nuageux.	O.
6	767,68	+11,5	89	766,64	+13,3	84	765,40	+13,3	84	764,40	+11,0	84	+13,3	+11,0	Couvert.	O.
7	762,40	+10,9	88	761,84	+12,7	87	761,20	+11,1	84	760,46	+10,7	84	+12,8	+10,0	Couvert	N. O
8	759,82	+ 7,3	90	759,16	+10,3	82	759,13	+ 9,5	80	755,46	+ 8,0	88	+10,3	+ 6,8	Couvert.	E. S. E.
9	756,57	+ 8,5	89	755,53	+10,2	89	754,20	+10,7	87	753,57	+ 9,4	89	+10,7	+ 7,5	Couvert.	S.
10	755,04	+11,3	89	755,63	+13,1	81	756,27	+12,1	77	758,47	+ 9,1	85	+13,1	+ 9,1	Couvert.	N. O.
11	758,49	+11,4	90	757,82	+13,7	85	757,18	+13,2	85	757,70	+11,9	90	+13,7	+10,5	Couvert.	O. N. O.
12	760,06	+ 8,5	88	760,38	+11,5	78	760,52	+12,0	70	761,60	+ 7,5	80	+12,0	+ 7,5	Nuageux.	N. O.
13	761,63	+ 8,5	88	761,14	+ 9,2	89	760,58	+ 8,2	89	760,60	+ 5,2	82	+ 9,2	+ 4,7	Pluie fine.	N. O.
14	759,90	+ 2,8	84	758,90	+ 4,0	70	758,10	+ 3,8	69	757,44	− 0,3	84	+ 4,0	− 0,8	Eclaircies.	E. S. E.
15	754,92	− 1,5	89	753,48	+ 3,4	77	752,02	+ 4,0	75	752,10	+ 2,9	85	+ 4,0	− 4,2	Quelq. petits nuages.	S. O.
16	747,58	+ 5,5	89	748,12	+ 8,0	81	748,00	+ 9,8	79	750,60	+ 7,3	85	+ 9,8	+ 4,8	Couvert.	S. S. E.
17	754,30	+ 6,4	85	754,65	+10,1	83	754,86	+11,0	82	758,55	+ 7,5	90	+11,0	+ 4,2	Nuageux.	S. E
18	759,86	+ 5,5	89	760,28	+10,6	88	759,92	+11,9	82	761,08	+ 6,7	89	+11,9	+ 3,5	Légères vapeurs	S. E
19	762,50	+ 1,9	90	762,46	+ 7,2	89	762,17	+10,2	88	761,02	+ 6,0	90	+10,2	+ 1,2	Légeres vapeurs.	N. N. E.
20	761,26	+ 3,5	90	760,42	+ 5,1	89	759,28	+ 5,0	89	758,86	+ 4,8	90	+ 5,1	+ 2,5	Brouillard très-épais	E. N. E.
21	758,52	+ 4,7	90	759,48	+ 4,5	88	753,50	+ 5,7	85	757,88	+ 2,1	82	+ 5,7	+ 1,7	Couvert.	E. N. E.
22	754,53	+ 1,5	89	752,60	+ 2,8	87	752,04	+ 4,3	74	751,37	− 1,5	89	+ 4,2	− 1,5	Couvert, brouillard.	N. N. O.
23	750,60	− 0,9	89	750,04	+ 1,1	85	749,40	+ 0,5	85	748,12	− 0,8	90	+ 1,1	− 1,7	Couvert.	O. N. O.
24	749,90	− 0,0	89	751,30	+ 2,0	88	754,74	+ 3,4	83	757,42	− 1,0	88	+ 3,4	− 1,0	Quelques éclaircies.	N. O.
25	760,34	− 0,2	89	760,18	+ 4,0	83	758,78	+ 1,5	84	759,44	+ 1,7	90	+ 4,0	− 1,5	Quelq. floc. de neige.	O. S. O.
26	765,10	+ 2,3	88	766,30	+ 2,8	88	766,82	+ 2,0	89	769,20	+ 0,7	89	+ 2,8	+ 0,7	Couvert, brouillard	E. S. E.
27	770,11	+ 0,2	89	76[illegible],45	+ 1,5	85	768,26	+ 0,9	86	766,12	− 2,0	89	+ 1,5	− 2,0	Couvert.	S. E.
28	763,52	− 3,8	90	761,96	− 0,8	89	760,21	+ 0,4	89	756,74	− 2,8	90	+ 0,4	− 3,8	Couv., br. très-épais	S. S. E.
29	745,91	+ 0,7	90	744,10	+ 2,5	90	744,76	+ 6,7	90	747,32	+ 5,0	90	+ 6,7	+ 0,6	Tres-couv., brouill.	O. S. O.
30	748,60	+ 4,2	90	742,54	+ 6,5	90	746,42	+ 8,0	90	746,50	+10,0	90	+10,0	+ 2,8	Couvert, pluie fine.	S. S. O.
1	760,48	+ 9,3	87	760,22	+11,4	83	760,15	+11,3	81	761,10	+ 8,9	86	+11,6	+ 7,6	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	758,06	+ 5,2	88	757,77	+ 8,3	83	757,24	+ 8,9	81	757,59	+ 6,0	87	+ 9,1	+ 3,4	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 2,69
3	756,69	+ 0,9	89	756,52	+ 2,7	87	755,78	+ 3,3	85	756,01	+ 1,2	88	+ 4,0	+ 0,6	Moyenn. du 21 au 30	Terrasse, 2,130
	758,41	+ 5,1	88	758,17	+ 7,5	84	757,73	+ 7,8	82	758,23	+ 5,4	87	+ 8,2	+ 3,4	Moyennes du mois, + 5,8.	


Chim.
Fig. 2.
l
Fig. 9.
m
p
p
Gravé par Adam.





Sur *les Actions magnétiques excitées dans tous les corps par l'influence d'aimans très-énergiques.*

Par M. Becquerel.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 17 septembre 1827.)

Coulomb est le premier physicien qui se soit occupé des actions produites dans tous les corps par l'influence de forts aimans. Son procédé consiste, comme on sait, à faire osciller entre les pôles opposés de deux barreaux aimantés, de petites aiguilles d'une substance quelconque, suspendues à un fil simple de cocon, lesquelles, après quelques oscillations, viennent se placer dans la direction des pôles. Ce savant célèbre ne voulut pas en conclure de suite que tous les corps étaient magnétiques par eux-mêmes, indépendamment du fer qu'ils pouvaient renfermer; car il chercha à déterminer par le calcul la quantité de ce métal qui devait être renfermée dans chaque aiguille pour produire les effets qu'il avait observés. La supposition était naturelle, et s'il l'eût suivie dans toutes ses conséquences, il aurait reconnu que la direction des corps, suivant la ligne des pôles, n'était qu'un cas particulier d'une loi plus générale.

Une vingtaine d'années s'écoulèrent sans qu'on ajoutât rien aux expériences de Coulomb; mais l'importante découverte de M. OErsted et les beaux travaux de M. Ampère sur l'électro-dynamique, en faisant connaître de nouvelles forces magnétiques dont on peut aug-

menter presqu'indéfiniment l'intensité, fournirent les moyens de soumettre les corps à leur influence et d'observer les différences qui peuvent exister entre ces deux modes d'action ; en mars 1824, j'eus l'honneur de lire devant l'Académie un Mémoire sur des recherches de ce genre. Je substituai à l'aiguille aimantée, dans un galvanomètre dont chaque bout du fil communiquait à l'un des pôles d'une pile voltaïque, de petites aiguilles en bois, en gomme laque, et autres substances, qui éprouvèrent toutes de la part du courant électrique une action telle, qu'elles vinrent se placer dans le sens des circonvolutions du fil, au lieu de se mettre dans une direction perpendiculaire, comme on devait s'y attendre en raison du fait observé par Coulomb.

M. Arago a constaté aussi l'action d'un aimant sur tous les corps, principalement sur les métaux, en montrant qu'un disque métallique, auquel on imprime un mouvement de rotation rapide, fait dévier l'aiguille aimantée de sa position d'équilibre ordinaire. La rotation multiplie, dans cette circonstance, les actions magnétiques qui résultent de l'influence de l'aiguille aimantée sur le disque. M. Muncke, professeur de physique à Heidelberg, a fait quelques observations sur l'action qu'éprouve une aiguille d'un laiton particulier, placée entre deux aimans. Si ce fil, suspendu horizontalement à un fil de soie, est placé à peu de distance du pôle d'un aimant, il ne se manifeste ni attraction ni répulsion ; mais aussitôt qu'on approche le pôle d'un autre aimant, on aperçoit un magnétisme décisif qui donne une direction à l'aiguille. Cette propriété, suivant M. Muncke, n'appartient à aucun autre corps

qu'au laiton, qui la lui a donnée ; ainsi elle ne dépend d'aucune loi générale. Telles sont les recherches qui ont été faites pour constater l'action de l'aimant sur tous les corps.

La direction que prennent les aiguilles de bois ou d'autres substances, quand on les soumet à l'influence d'un courant électrique énergique, et diverses autres considérations m'engagèrent à étudier de nouveau et comparativement les phénomènes produits sur ces corps, soit par des barreaux fortement aimantés, soit par des courans électriques énergiques. Je ne parlerai seulement dans ce Mémoire que de l'action des aimans sur l'acier, le fer doux, les oxides de fer et le bois, lorsqu'on fait varier leurs distances à l'un des pôles. Les résultats auxquels je suis parvenu pourront servir à fournir quelques données à la théorie du magnétisme.

Des Effets éprouvés par une aiguille aimantée ou une aiguille de fer doux, placée en présence d'un barreau aimanté dont on fait varier la distance.

Quoique les résultats auxquels conduit ce mode d'action se déduisent directement de la théorie mathématique, et ne présentent par conséquent rien de particulier, j'ai cru convenable néanmoins d'en rapporter ici quelques-uns obtenus par l'expérience, pour montrer comment on passe des actions d'un aimant sur un autre aimant, ou le fer doux, à celles d'un aimant sur tous les autres corps.

M. Haüy, par son procédé du double magnétisme, a montré comment on peut faire prendre à une aiguille

aimantée une direction perpendiculairement à celle qu'elle a ordinairement. Il suffit pour cela de mettre un petit barreau aimanté dans le plan horizontal de l'aiguille et dans sa direction, de manière que les pôles de même nom soient en regard; si l'on rapproche alors le barreau de l'extrémité de l'aiguille, celle-ci se dévie de sa direction et finit par en prendre une qui lui est perpendiculaire. Ces effets résultent des actions combinées des pôles du barreau et de ceux de la terre sur le magnétisme de l'aiguille.

Mais si l'on agit sur l'aiguille aimantée avec un barreau qui n'est plus dans son plan, et en mettant en regard les pôles de nom contraire, au lieu des pôles de même nom, elle ne change pas de direction tant que le centre de suspension est à une distance convenable du pôle le plus voisin; il n'en est plus de même quand cette distance varie dans certaines limites, comme on le verra dans le tableau suivant.

Le barreau aimanté dont j'ai fait usage a [illegible] décimètres de longueur sur 4 centimètres de large, et est formé de six barreaux jointifs.

J'ai mis l'aiguille aimantée à diverses hauteurs en dedans et en dehors du barreau, et j'ai cherché pour chacune d'elles la distance horizontale du point de suspension, qui est toujours sur une ligne parallèle à la ligne des pôles et dans le plan vertical qui passe par cette direction, à l'extrémité la plus voisine, pour que sa direction soit perpendiculaire à cette ligne; j'ai obtenu alors :

Distance verticale du centre de suspension au barreau.	Distance horizontale du centre de suspension à l'extrémité, pour que l'aiguille prenne la position perpendiculaire.
100 millim.	60 millim. en dedans.
150	55
200	46
250	23
300	12
350	45 en dehors.
400	82

On voit donc que lorsque le centre de suspension est au-dessus du barreau, il faut, pour obtenir la direction perpendiculaire à la ligne des pôles, augmenter la distance verticale, en même temps qu'on diminue la distance horizontale.

L'aiguille étant dans la direction perpendiculaire, si l'on continue à porter en avant le centre de suspension, elle reprend naturellement la direction primitive.

En substituant à l'aiguille aimantée une aiguille de fer doux, on obtient des résultats absolument semblables à ceux que je viens d'exposer. Ils n'en diffèrent que par l'intensité. Ainsi cette aiguille, quand elle est dans la direction perpendiculaire, a encore ses pôles à ses extrémités. Jusqu'ici, il n'y a aucun phénomène nouveau; il n'en est plus de même dans les faits suivans.

Action d'un barreau aimanté sur une petite cartouche de papier remplie d'un mélange de deutoxide et de tritoxide de fer.

Je n'examine pas ce qui a lieu quand on soumet à un barreau aimanté une petite cartouche de papier qui renferme seulement du deutoxide de fer, parce que cette substance étant très-magnétique, les effets sont les mêmes que ceux qu'on obtient avec une aiguille aimantée : mais il n'en est plus ainsi, en soumettant à l'expérience un mélange de tritoxide et de deutoxide de fer, même dans la proportion de 1 à 30. La distribution du magnétisme ne s'y fait plus comme dans une aiguille d'acier ou de fer, quoique les actions magnétiques soient encore considérables.

Si l'on place le centre de suspension de la cartouche le plus près possible de l'une des extrémités du barreau, de l'extrémité boréale par exemple, et sur une ligne parallèle à la ligne des pôles, cette cartouche se met immédiatement dans une direction perpendiculaire à celle-ci ; au lieu de se diriger dans son sens, comme le ferait une aiguille de fer doux. Si on l'écarte de cette direction, elle y revient par une suite d'oscillations, dont la vitesse dépend de la quantité de deutoxide qu'elle contient. Il résulte de là que tout le magnétisme austral de la cartouche est situé sur la partie qui regarde le barreau, tandis que le magnétisme boréal est de l'autre côté, comme on peut le voir en promenant une petite aiguille aimantée tout le long de la cartouche. Cette distribution du magnétisme est impossible, comme on sait, dans l'acier



trempé ou le fer doux soumis à l'influence d'un aimant.

Maintenant, si l'on porte le centre de suspension en dedans du barreau, la cartouche se dévie de la position qu'elle avait d'abord prise, et tend à se rapprocher continuellement de la direction parallèle à la ligne des pôles. Ainsi l'effet est tout-à-fait contraire à celui que donne l'aiguille aimantée dans les mêmes circonstances. Dans cette position, la distribution du magnétisme est encore la même que lorsque le centre de suspension était très-rapproché de l'une des extrémités du barreau. Le magnétisme transversal que la cartouche possède alors est permanent pendant quelque temps, quelque petite que soit la quantité de deutoxide qu'elle renferme. Il doit donc résulter de là des effets composés quand on retourne la cartouche, puisqu'il se forme alors de nouveaux pôles, qui concourent, ainsi que les premiers, à l'action qu'elle éprouve de la part du barreau.

Le tableau suivant renferme divers résultats d'expériences.

[redacted]

Distance verticale du centre de suspension au barreau.	Distance horizontale du centre de suspension, à l'une des extrémités du barreau.	Déviations de la cartouche par rapport à la direction perpendiculaire à la ligne des pôles.
10 mill.	5	24
	10	44
	15	60
	20	73
	25	78
	30	84
20	5	50
	10	65
	15	73
	20	77
	30	82
30	5	70
	20	76
	30	82

Action d'un Barreau aimanté sur une cartouche de papier remplie de tritoxide de fer.

Le tritoxide de fer, retiré du nitrate de même métal, est exempt de deutoxide, et son magnétisme est bien plus faible que lorsqu'il en renferme. Une cartouche de papier qui en est remplie, et dont le point de suspension est très-près de l'une des extrémités du barreau, se place aussi dans une direction perpendiculaire à la ligne des pôles; mais si l'on porte ce point en dedans ou en dehors du barreau, en faisant varier en même temps la distance verticale, la cartouche se dévie de sa direc-

tion primitive, sans cependant se mettre dans une direction perpendiculaire à celle qu'elle prend ordinairement lorsque le centre de suspension est très-rapproché de l'extrémité. Je pense néanmoins qu'il serait possible d'atteindre la direction perpendiculaire, en employant des barreaux aimantés plus énergiques que ceux dont j'ai fait usage.

Distance verticale du point de suspension au barreau.	Distance horizontale du point de suspension à l'extrémité du barreau.	Déviations par rapport à la direction perpendiculaire à la ligne des pôles.
	En dehors du barreau.	
5 mill.	5	25
	10	34
	15	48
	20	55
	25	70
10	5	32
	10	37
	15	43
	20	46
	25	40
	En dedans.	
5	10	26
	15	»
	20	45
	25	51
10	10	20
	15	30
	20	45
	25	50

Dès l'instant que le tritoxide de fer renferme une très-petite quantité de deutoxide, la vitesse des oscillations de la cartouche augmente d'une manière assez forte : par exemple, si l'on en prend deux parfaitement égales, dont l'une soit remplie de tritoxide de fer, et l'autre de tritoxide mélangé avec un vingtième de deutoxide, la première fera 12 oscillations en 30 secondes, autour de la direction perpendiculaire à la ligne des pôles, tandis que l'autre en produira 25 dans le même temps. Cette différence suffit pour montrer que l'on peut se servir du procédé que je viens d'indiquer, pour déterminer la quantité de deutoxide de fer qui est renfermée quelquefois dans le tritoxide.

Actions de deux Aimans très-puissans sur une aiguille de bois.

Le bois, la gomme laque et autres substances ont encore un magnétisme plus faible que le tritoxide de fer ; aussi serait-il nécessaire de rapprocher les distances pour rendre les effets plus sensibles.

Je place d'abord l'aiguille de bois, qui a 4 centim. de long, entre deux pôles opposés de deux aimans, dont les extrémités sont à quelques millimètres de distance, et son point de suspension le plus rapproché possible de l'intervalle qui les sépare. L'aiguille vient alors se placer perpendiculairement à la ligne des pôles, au lieu de se mettre dans sa direction, comme l'a observé Coulomb, quand les extrémités sont à une certaine distance l'une de l'autre ; ainsi, dans la position où je l'ai mise, elle se comporte comme la cartouche qui renferme un mélange de tritoxide et de deutoxide, ou

seulement du tritoxide. Mais si on éloigne peu à peu les extrémités, elle finit par se mettre dans la ligne des pôles; aussi trouve-t-on les résultats suivans.

Distance des extrémités des barreaux.	Déviations.
10	18
20	36
30	56
»	»

Lorsque ces deux barreaux sont très-rapprochés l'un de l'autre et que l'aiguille est perpendiculaire à la ligne des pôles, si on la dérange de cette position et qu'on la maintienne pendant quelques instans dans le sens de cette ligne, elle y reste; mais le moindre mouvement la fait revenir dans sa direction primitive, qui est celle qu'elle prend de préférence.

En ne se servant que d'un seul barreau, et plaçant l'aiguille de bois précisément vis-à-vis l'une de ses extrémités et le plus près possible de la ligne qui la termine, elle se dirige encore perpendiculairement à la ligne des pôles. Mais si le point de suspension restant toujours sur cette ligne, on l'avance en dedans du barreau, l'aiguille se dévie de sa direction, sans cependant atteindre 90, ou du moins si elle y parvient, c'est d'une manière irrégulière quand le point de suspension est au-delà d'une certaine distance de l'extrémité du barreau. Cela prouve que, passé cette distance, le moindre changement dans la position du centre de sus-

pension suffit pour modifier singulièrement la direction.

Distance du centre de suspension à l'extrémité du barreau.	Déviations de l'aiguille de bois.
5 mill.	12
10	18
15	»

L'action d'une aiguille de gomme laque sur un aimant seulement est appréciable, mais moins que celle de bois.

Dans la cartouche remplie de tritoxide de fer; dans les aiguilles de bois, de gomme laque et autres, il est impossible de reconnaître la position des pôles, comme dans la cartouche qui renferme du tritoxide et du deutoxide; on peut dire seulement, par analogie, qu'ils sont placés dans le même sens, attendu que ces corps se mettent dans la même position quand on les place semblablement.

En résumé, on voit que les effets magnétiques produits dans l'acier ou le fer doux, par l'influence d'un barreau fortement aimanté, diffèrent essentiellement de ceux qui ont lieu dans tous les corps où le magnétisme est plus faible. Dans les premiers, quelles que soient les directions qu'ils prennent par rapport au barreau, la distribution du magnétisme s'y fait toujours dans le sens de la longueur, à l'exclusion de toute autre direction, tandis que dans le tritoxide de fer, le bois, la gomme laque, etc., elle a lieu la plupart du temps dans le sens de la largeur, et toujours lorsqu'on n'em-



ploie qu'un seul barreau et quelle que soit la direction de l'aiguille.

Cette différence d'effets, qui établit une ligne de démarcation entre ces deux espèces de phénomènes, tient à ce que le magnétisme étant très-faible dans le tritoxide de fer, le bois, etc., on peut négliger la réaction du corps sur lui-même ; dès-lors l'action directe du barreau doit l'emporter. Néanmoins ce principe seul n'explique pas les diverses positions que prennent en présence du barreau les corps soumis à leur influence, et dans lesquels la distribution du magnétisme se fait ordinairement dans le sens de la largeur.

Quoique les nombres que j'ai rapportés dans ce Mémoire représentent assez exactement les déviations des différentes aiguilles, on ne doit néanmoins les considérer que comme des valeurs approchées ; car il aurait fallu des appareils d'une grande précision pour les déterminer avec exactitude. Mais comme les résultats principaux m'ont paru importans, j'ai pris la liberté de les communiquer à l'Académie, en attendant que je revienne avec de nouveaux détails sur cette question, à laquelle je rattacherai les effets produits dans tous les corps par l'influence de courans électriques énergiques.

Suite *des Recherches sur l'Indigo.*

Par Mr J. J. Berzelius.

Indigo soluble.

Lorsque l'acide sulfurique dissout une matière végétale, on sait qu'il s'en décompose une plus ou moins grande partie, et qu'il se change en acide hypo-sulfurique, qui a la propriété de se combiner avec une certaine quantité de matière organique, de manière que lorsqu'on le sature avec une base, la matière organique ne se sépare point, mais reste combinée avec le sel. C'est de cette manière qu'agit l'indigo sur l'acide sulfurique ; il se forme plusieurs substances remarquables dont la vraie nature ne pouvait être connue avant la découverte de l'acide hypo-sulfurique. Tous les résultats dont il sera parlé plus bas ne doivent s'entendre que de l'indigo purifié, parce qu'avec l'indigo ordinaire ils seraient différens.

Lorsqu'on met de l'indigo pur avec de l'acide sulfurique fumant, la dissolution s'en opère promptement, sans dégagement d'acide sulfureux, même lorsque l'on condense sur de l'indigo la vapeur qu'on retire de l'acide fumant par la distillation. Dans ce cas, on obtient, suivant Doberciner, un liquide d'un beau rouge poupre, qui, par le refroidissement, se prend en une masse d'un rouge cramoisi, fume à l'air et se dissout en totalité dans l'eau en lui donnant une couleur bleue très-intense. 6 parties d'acide fumant suffisent pour en dissoudre 1 d'indigo; il en faut moi-

tié en sus d'acide sulfurique ordinaire le plus concentré.

La dissolution contient une combinaison d'indigo soluble avec l'acide sulfurique, une autre de ce même indigo avec l'acide hypo-sulfurique, et enfin une troisième combinaison de l'indigo avec l'acide sulfurique dans un état particulier, qui sera désignée par le nom de *pourpre d'indigo*. L'indigo soluble a tellement le ton de couleur de l'indigo insoluble, et en a si bien conservé la propriété de se réduire et de s'oxider de nouveau, qu'il est naturel de penser qu'il a conservé la même nature, qu'il est seulement désagrégé, et que l'acide hypo-sulfurique s'est formé aux dépens d'une portion d'indigo qui a dû donner en même temps naissance à une autre substance. Les combinaisons de la matière colorante avec ces deux acides seront désignées par les noms d'*acide sulfurique bleu*, et d'acide *hypo-sulfurique bleu*. Leurs quantités relatives sont variables; plus l'acide sulfurique est fumant, plus grand est le rapport de l'acide hypo-sulfurique bleu à l'acide sulfurique bleu. Un excès d'acide libre ne chasse point l'acide hypo-sulfurique de sa combinaison avec la matière colorante; mais on obtient alors moins de pourpre d'indigo. L'acide sulfurique concentré donne plus de sulfate que l'acide fumant, et beaucoup plus de pourpre d'indigo : voici comment on a séparé ces divers composés les uns des autres.

On étend de 30 à 50 fois son volume d'eau la dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique, et on filtre; ce qui reste sur le filtre est le pourpre d'indigo; les eaux de lavage sont mises à part et traitées comme il

[redacted]

sera dit plus bas. On fait digérer la dissolution à une douce chaleur avec de la laine ou de la flanelle, préalablement lavée au savon et ensuite avec de l'eau contenant $\frac{1}{100}$ de carbonate de soude, et enfin à l'eau pure. On met alors la laine dans le liquide coloré, et on la voit se teindre peu à peu en bleu foncé, en se combinant avec les deux acides bleus. On la retire du liquide, et on la remplace par de nouvelle laine qu'on laisse en digestion jusqu'à ce que le liquide ne perde plus de sa couleur. Celui-ci retient l'acide sulfurique libre, avec un peu d'acide muriatique et de gluten provenant de l'indigo purifié par réduction.

On lave la laine colorée avec de l'eau pure jusqu'à ce qu'elle ne soit plus acide, et on la fait digérer avec de l'eau à laquelle on a ajouté un peu de carbonate d'ammoniaque. Les acides bleus abandonnent la laine pour se combiner avec l'ammoniaque, et le liquide se colore en beau bleu foncé. On décante et on lave la laine avec de l'eau distillée, tant qu'elle est colorée; mais si elle conservait une couleur bleue foncée, tandis que l'eau ne se colorerait qu'à peine, on ajouterait une nouvelle quantité de carbonate d'ammoniaque, et on laisserait digérer encore. A la fin, la laine ne retient plus qu'une très-petite quantité de bleu qu'on peut enlever, mais cela n'en vaut pas la peine, avec de l'ammoniaque concentrée. On évapore à sec le liquide coloré à une température de 60°, et on traite le résidu par de l'alcool de 0,833 de densité, qui dissout l'hypo-sulfate bleu d'ammoniaque et laisse le sulfate bleu de la même base.

On obtient l'*acide sulfurique bleu* en dissolvant le dernier sel dans l'eau et le précipitant par l'acétate de

plomb, d'où résulte un précipité de sulfate bleu d'indigo que l'on porte sur un filtre. Le liquide qui passe est encore ordinairement coloré par un peu de pourpre d'indigo qui reste en disssolution. Le sel de plomb, bien lavé, est délayé avec de l'eau et ensuite décomposé par le gaz hydrogène sulfuré; on obtient un liquide jaune ou presque sans couleur, qui contient l'acide sulfurique combiné avec l'indigo réduit, et qui devient bleu après la filtration par le contact de l'air. En l'évaporant à sec, au plus à 50°, il reste une masse d'un bleu noir, qui est l'acide *sulfurique bleu*. Cet acide attire l'humidité de l'air; il colore l'eau en beau bleu foncé et se dissout aussi dans l'alcool; sa saveur est acide et en même temps astringente.

On obtient l'acide hypo-sulfurique bleu en mêlant la dissolution alcoolique du sel ammoniacal avec une dissolution d'acétate de plomb dans l'alcool, et en traitant le précipité bleu comme le précédent. La dissolution alcoolique qui ne précipite plus avec l'acétate de plomb est encore bleue, et donne, si on ajoute de l'ammoniaque, un nouveau précipité basique que l'on décompose aussi par l'hydrogène sulfuré. On peut encore évaporer à siccité la dissolution alcoolique d'hypo-sulfate bleu d'ammoniaque, la dissoudre dans l'eau et la précipiter par le sous-acétate de plomb; mais, dans ce cas, on doit verser celui-ci goutte à goutte. Au commencement, la liqueur ne se trouble pas, et aussitôt que la couleur est précipitée, on cesse d'ajouter du sous-acétate, parce qu'elle passerait au vert, particulièrement si on ne s'était pas servi d'indigo bien purifié. L'acide bleu, évaporé, se dessèche sur les bords;

[redacted]

mais, dans le milieu, il reste mou et s'humecte un peu à l'air. Je laisse à décider si cela dépend de deux degrés différens de saturation avec la matière colorante. L'acide hypo-sulfurique bleu se comporte à peu près comme l'acide sulfurique bleu. En préparant ces deux acides, on doit se garder de filtrer le mélange avant que tout l'hydrogène sulfuré soit dégagé, et que le liquide soit devenu bleu.

Les combinaisons des deux acides avec l'indigo soluble ont reçu le nom de *sulfate d'indigo*, et bien certainement la matière colorante sert de base à l'acide. Cependant elle s'éloigne des bases en ce que celles-ci ne la séparent pas de la combinaison, et qu'elle y reste comme si elle formait avec l'acide un acide particulier.

Les acides bleus, soumis à la distillation après avoir été desséchés, se décomposent. On obtient des deux de l'acide sulfureux, du sulfite d'ammoniaque, beaucoup d'eau et des traces d'huile fluide, reconnaissables seulement à l'odorat. Le sulfite devient bleu lorsqu'on le dissout dans l'eau, vraisemblablement par de l'indigo soluble entraîné mécaniquement, plutôt que sublimé.

Lorsque l'on met la dissolution de l'un de ces acides saturés de matière colorante avec de la limaille de zinc ou de fer, le métal se dissout aux dépens de l'oxigène de l'indigo, sans qu'il se dégage d'hydrogène, et on obtient une dissolution sans couleur ou jaunâtre, qui contient un sel de zinc ou de fer combiné avec l'indigo soluble, et qui devient bleue instantanément au contact de l'air.

Si l'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans les acides bleus, il n'en change pas la couleur en

plusieurs heures ; mais en chauffant jusqu'à 50° environ, l'indigo est réduit et du soufre se dépose. Un excès d'acide libre s'oppose d'une manière remarquable à l'action de l'hydrogène sulfuré. Le proto-chlorure d'étain réduit aussi l'indigo en chauffant le mélange.

La combinaison que les acides bleus forment avec la laine a d'autant plus d'analogie avec celle des acides et des bases, que la laine est séparée de cette combinaison par les bases, sans qu'elle soit en état de séparer celles-ci des acides bleus. C'est pour cela que la laine plongée dans un acide bleu, saturé avec une base, ne se colore pas tant qu'on n'ajoute pas un acide, si faible qu'il soit, par exemple, le vinaigre. En faisant bouillir avec de l'eau ou de l'alcool la laine colorée, on lui enlève une portion des deux acides bleus.

Ces mêmes acides ont pour le charbon de bois bien brûlé, et encore mieux pour le charbon animal, une affinité semblable à celle qu'ils ont pour la laine. Si l'on met en digestion la solution de l'acide bleu dans l'acide sulfurique avec du charbon animal, elle se décolore entièrement et l'acide libre reste seul dans la liqueur. Le charbon peut être débarrassé de cet acide par des lavages à l'eau froide, et on peut en séparer alors les acides colorés au moyen d'un carbonate alcalin.

Sulfates et Hypo-Sulfates bleus. On peut préparer ces sels de plusieurs manières ; mais la meilleure est de saturer immédiatement les acides avec les bases. On ne doit point les considérer comme des sels doubles. Le principe colorant ne sature aucune partie de l'acide, mais il joue dans le sel le même rôle que l'eau de cristallisation. On prouve facilement qu'il en est ainsi en fai-

[redacted]

sant bouillir le sulfate bleu de baryte avec de l'acide nitrique concentré ; le liquide filtré ne précipite pas le chlorure de barium. Je n'ai pas déterminé avec certitude si le principe colorant conserve le même rapport dans tous les acides bleus ; mais il est probable qu'il en est ainsi. A la vérité, si l'on précipite le sulfate bleu de potasse par l'acétate de plomb, on obtient souvent un liquide bleu, qui ne se décolore pas par une nouvelle addition d'acétate ; mais si l'on précipite l'excès d'oxide de plomb par l'hydrogène sulfuré, et qu'on évapore le liquide après la réoxidation, il devient d'un rouge pourpre ; ce qui prouve que la couleur bleue était due à du pourpre d'indigo. La dissolution de ces sels est rouge par réfraction ; un peu d'un précipité la fait disparaître, ou bien une seule goutte d'une dissolution de cuivre. Un sel de zinc produit le même effet, mais il en faut une plus grande quantité. De l'acide libre rétablit la couleur. Par réflexion, l'apparence du liquide ne change pas.

Le principe colorant se réduit mieux dans les sels que dans les acides, surtout lorsqu'ils sont avec excès de base. Il se sépare alors du sel et présente, étant réduit, à l'égard de la base en excès, un corps électro-négatif qui devient de nouveau bleu par l'oxidation. On voit bien la différence de la réduction entre un liquide neutre ou alcalin, lorsqu'on emploie le sulfate de protoxide de fer pour réduire l'indigo. On peut dissoudre ce sel dans un liquide bleu neutre et chauffer le mélange sans qu'il y ait réduction. On peut encore, sans l'opérer, précipiter une grande partie de l'oxide avec un alcali ; mais aussitôt que celui-ci est en excès,

la réduction se fait instantanément. Si l'on ajoute ensuite un acide libre qui dissolve le précipité, le liquide redevient bientôt bleu. La dissolution d'un sel d'indigo, mêlée avec du persulfure de potassium ou de calcium, précipite du soufre à l'instant, et une portion du sulfure se trouve changée en sulfate aux dépens du principe colorant. Avec un sulfure simple, il se forme un sulfate sans précipitation de soufre. En laissant à l'air un mélange de proto-chlorure d'étain et d'uu sel bleu, il se précipite de l'oxide d'étain; la matière colorante est réduite, mais elle éprouve en même temps un changement, car elle ne devient plus que verte à l'air. La dissolution d'un sel de peroxide de fer ou de cuivre rétablit instantanément la couleur bleue, et le métal passe à l'état d'oxidule.

Les sels bleus ont une faible saveur salée, mais une très-forte due à l'indigo. Ils ont des propriétés différentes suivant l'acide qu'ils renferment, quoiqu'ils aient en général une grande ressemblance. Les sulfates bleus formés par des bases alcalines sont très-peu ou même ne sont pas du tout solubles dans l'alcool de 0,84; les hypo-sulfates bleus des mêmes bases s'y dissolvent au contraire. Les premiers sont précipités en grande partie de leur dissolution par la base d'un sulfate ordinaire ou même d'un autre sel; les seconds ne le sont que d'une manière insignifiante. Evaporés les uns et les autres à siccité, ils laissent une masse non cristalline ayant un grand éclat de cuivre presque métallique, semblable à celui de l'indigo insoluble. La chaleur les décompose; la base du sel reste à l'état de sulfure, et les autres produits sont analogues à ceux

[redacted]

que donnent les matières animales : mais l'huile fluide est très-peu abondante.

Sulfate bleu de potasse. On obtient ce sel en traitant la laine colorée en bleu avec du carbonate de potasse : on évapore à siccité et on sépare l'hypo-sulfate du sulfate au moyen de l'alcool ; puis, si le carbonate de potasse avait été ajouté en excès, on traiterait le résidu par le vinaigre et l'alcool. En saturant l'acide sulfurique bleu pur avec le carbonate de potasse en léger excès, la combinaison se prend en gelée. C'est ce sel que l'on prépare en grand lorsqu'on dissout l'indigo du commerce dans dix fois son poids d'acide sulfurique concentré, qu'on étend, au bout de vingt-quatre heures, la dissolution de dix fois son volume d'eau, et qu'on la sature jusqu'à un certain point, après l'avoir filtrée, avec du carbonate de potasse. Il se fait un précipité bleu qui contient ce sel mêlé avec le sulfate de potasse formé en même temps. Le même précipité se forme encore en ajoutant au liquide acide tout autre sel de potasse (excepté le salpêtre qui détruirait la couleur) sans saturation partielle préalable. L'hypo-sulfate bleu de potasse reste en dissolution. On porte le précipité sur un filtre, on le laisse bien égoutter, et on le soumet ensuite à la pression. Crum prescrit de le débarrasser de son eau mère en le lavant avec de l'eau contenant sur 100 parties 4 d'acétate de potasse, et d'enlever ensuite l'acétate avec de l'alcool. Humide, il est volumineux ; mais par la dessication il se rassemble et prend l'éclat du cuivre. Il se dissout facilement dans l'eau bouillante, et se précipite en partie par le refroidissement sous forme de flocons, lorsque l'eau en a

été saturée. L'eau froide en dissout $\frac{1}{140}$. Bergmann appelait ce sel *indigo précipité*, et le prenait pour la matière colorante de l'indigo ; en Allemagne, il est connu sous le nom d'*indigo-carmin* ; en France, sous celui beaucoup plus juste d'*indigo soluble* ; et Crum, qui le premier a montré qu'il était une combinaison d'un sel avec l'indigo à l'état soluble, et qu'au lieu de sulfate de potasse il pourrait contenir du sulfate de soude ou du sulfate d'ammoniaque, a donné le nom de *céruline* à la matière colorante, et aux sels celui de *céruléo-sulfates*.

Les sulfates bleus de soude et d'ammoniaque ressemblent au sulfate de potasse; mais ils se précipitent moins complètement. Le sel ammoniacal est beaucoup plus soluble que celui de potasse ou de soude.

Hypo-sulfates bleus de potasse, de soude et d'ammoniaque. La meilleure manière de les préparer est de traiter la laine bleue par ces bases carbonatées en quantité aussi exacte que possible pour empêcher leur réaction sur la laine. On évapore et on sépare l'hypo-sulfate bleu par l'alcool aqueux.

Sulfate bleu de baryte. On l'obtient par double décomposition. Il se présente en flocons d'un bleu foncé, un peu solubles dans l'eau froide. Dans l'eau bouillante, il se dissout beaucoup plus abondamment, et se précipite, par le refroidissement, en grosses écailles d'un bleu foncé; il n'est point décomposé par l'addition d'une petite quantité d'acide sulfurique. Le sulfate de baryte est de tous les sels celui dont l'affinité pour l'indigo est la plus grande; il l'enlève aux hypo-sulfates, de sorte que si à l'un de ces sels on

[redacted]

ajoute de l'acide sulfurique, puis du chlorure de barium, on obtient du sulfate bleu de baryte qui se précipite, et l'indigo peut ainsi être précipité en entier, pourvu que le sulfate de baryte soit en excès. Ce dernier sel, récemment précipité, se colore dans la dissolution d'un sel bleu, avec laquelle on le met en digestion, mais seulement en bleu clair.

L'hypo-sulfate bleu de baryte s'obtient en ajoutant en excès à un hypo-sulfate bleu soluble une dissolution de chlorure de barium. L'hypo-sulfate bleu de baryte se précipite en flocons d'un bleu foncé que l'on recueille sur un filtre, et que l'on débarrasse de liquide par la pression. Ce sel se dissout facilement dans l'eau.

Sulfate bleu de chaux. On le prépare en saturant avec du marbre jusqu'à neutralité la dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique étendu de 40 à 50 fois son volume d'eau. On filtre et on lave la masse jusquà ce qu'elle paraisse rouge. Le liquide, rapproché, est mêlé avec de l'alcool, qui produit un précipité floconneux, rouge par transparence, qu'on recueille sur un filtre, et qu'on lave avec l'alcool. C'est le sulfate d'indigo; il est plus soluble que le gypse ordinaire. Si l'on ajoute à un mélange d'hypo-sulfate bleu et de chlorure de calcium, de l'acide sulfurique ou un sulfate, le gypse qui se précipite est sans couleur.

L'hypo-sulfate bleu de chaux s'obtient en évaporant la dissolution alcoolique de laquelle le sulfate bleu a été précipité. Ce sel est très-soluble dans l'eau. Sa dissolution alcoolique, mêlée avec une dissolution alcoolique d'acétate de plomb, donne un précipité qui est un hypo-sulfate bleu double de chaux et de plomb, du-

quel on peut séparer le plomb par l'hydrogène sulfuré.

Les deux sels bleus de magnésie et ceux d'alumine sont solubles dans l'eau. Si l'on mêle un sel bleu avec un sel alumineux, et qu'on ajoute un peu d'ammoniaque, il se précipite un sous-sel qui, s'il n'est pas mêlé avec un sous-sel blanc, est d'un bleu foncé, et après la dissolution d'un bleu noir.

Le sulfate bleu de plomb s'obtient facilement par double décomposition; il est en flocons, d'un bleu foncé, un peu solubles dans l'eau. L'acide sulfurique ne précipite que du sulfate de plomb blanc, lorsqu'on le verse dans une dissolution de plomb mêlée avec un hypo-sulfate bleu.

L'hypo-sulfate bleu de plomb se prépare en mêlant la dissolution alcoolique d'hypo-sulfate bleu d'ammoniaque avec une dissolution semblable d'acétate de plomb. C'est une poudre bleue qui se dissout lentement, mais complètement dans l'eau, et même un peu dans l'alcool. On peut obtenir des sous-sels bleus en employant pour précipitant le sous-acétate au lieu de l'acétate.

La matière colorante, dans ces divers sels, n'est point combinée aux acides du soufre avec une si grande affinité qu'elle n'en puisse être séparée par d'autres sels. Lorsque, par exemple, à la dissolution d'un hypo-sulfate bleu on mêle du chlorure de barium, et qu'on ajoute ensuite du phosphate ou du carbonate de soude, le précipité de phosphate ou de carbonate de soude est coloré en bleu clair. En substituant le chlorure de calcium au chlorure de barium, le phosphate de soude donne un précipité de phosphate de chaux d'un beau bleu. Le carbonate de potasse précipite du carbonate de

chaux avec une couleur d'un bleu faible, mais qui ne change pas par les lavages. Les sels de magnésie peu solubles sont précipités sans couleur. La dissolution d'un hyp o-sulfate bleu n'est point précipitée par l'acétate de plomb ou le tannin, mais si on les ajoute en même temps, il se précipite du tannate de plomb qui entraîne avec lui la plus grande partie de la couleur. Il est possible que ces résultats aient quelques applications dans les arts.

L'indigo soluble est aussi inconstant dans sa composition que les sucs végétaux colorés. Une longue exposition au soleil le détruit, et dans un état isolé, tel qu'on l'obtient du sulfate bleu de plomb, il devient vert par l'évaporation et change de nature. L'acide nitrique le jaunit promptement; les alcalis caustiques changent sa couleur en jaune brun, avec ou sans le contact de l'air. L'ammoniaque produit ce changement plus lentement: mais les carbonates alcalins sont sans action.

Vert d'Indigo. La matière colorante, qui est ici désignée par le nom de *vert d'indigo*, se prépare facilement avec l'indigo pur ou imparfaitement purifié, en ajoutant à la dissolution alcoolique d'un hypo-sulfate bleu de l'hydrate de chaux par petites portions, jusqu'à ce qu'elle soit devenue verte. On filtre, on lave le précipité vert avec un peu d'alcool, et on le décompose avec une dissolution aqueuse d'acide oxalique en léger excès, que l'on enlève ensuite avec un peu de marbre; on filtre et on évapore à siccité. Il reste une matière solide, verte, qui se dissout facilement dans l'eau, et qui ne devient point jaune par la chaux et le sulfate de protoxide de fer; à l'air, l'eau de chaux la jaunit; l'acétate de plomb la précipite en vert; mais le

perchlorure de mercure ou le tannin ne la troublent point.

Jaune d'Indigo. C'est le dernier produit de la décomposition de l'indigo par les alcalis. On l'obtient isolé en dissolvant l'hypo-sulfate bleu de chaux dans l'eau de chaux, et en évaporant jusqu'à ce que le liquide soit devenu jaune. On le décompose alors par l'acide oxalique, et on évapore, mais pas tout-à-fait jusqu'à siccité. L'alcool sépare du résidu une matière brune, molle, qui est une combinaison d'un sel calcaire avec une portion de matière colorante jaune. Je n'ai pas recherché si l'acide de ce sel est autre que l'acide hypo-sulfurique. La dissolution alcoolique donne par l'évaporation une matière jaune, dure et transparente, sans réaction acide ou alcaline, et qui se dissout aussi-bien dans l'eau que dans l'alcool avec une couleur d'un jaune pur. Elle retient un peu d'hypo-sulfate de chaux. Cette matière n'est précipitée qu'imparfaitement par l'acétate de plomb neutre ; mais elle l'est complètement par l'acétate basique. Le précipité est d'un jaune clair. Les sulfates de peroxide de fer et de cuivre, le perchlorure de mercure et la noix de galle ne portent aucun trouble dans sa dissolution ; elle se combine au contraire très-bien avec les sels de chaux ; ainsi elle se précipite avec l'oxalate et le sulfate de chaux, mais l'acide sulfurique libre peut la séparer de ces sels. Soumise à la distillation, elle donne l'odeur des matières animales.

Pourpre d'Indigo. C'est une altération de l'indigo soluble qui a lieu constamment lorsqu'on traite l'indigo insoluble par l'acide sulfurique concentré, et

qu'après quelques heures on étend la dissolution d'environ quarante fois son volume d'eau ; on peut aussi se servir de l'acide sulfurique de Nordhausen, pourvu qu'on étende immédiatement la dissolution avec de l'eau. La matière pourpre paraît être un état intermédiaire que prend l'indigo insoluble avant de devenir soluble, et elle disparaît pour la plus grande partie. par l'action prolongée de l'acide ou par le secours de la chaleur. Elle est peu soluble, on pourrait même dire insoluble, dans le liquide acide étendu, et peut être recueillie sur le filtre ; mais elle se dissout peu à peu dans l'eau, et c'est pour cela qu'il convient de n'employer d'abord que de l'eau acide. L'eau de lavage contient, outre une portion de sulfate d'indigo, une combinaison d'acide sulfurique, et peut-être d'acide hypo-sulfurique avec la matière pourpre. Evaporée, elle laisse un résidu bleu, soluble dans l'eau pure, dont l'apparence est la même que celle du sulfate d'indigo. Si, après avoir dissous ce résidu dans l'eau, on ajoute un sel qui puisse se dissoudre dans le liquide, celui-ci se trouble et laisse déposer une matière floconneuse pourpre qu'on peut recueillir sur le filtre, et qu'on lave avec une dissolution du sel employé à la précipitation. Cette matière pourpre est une combinaison d'acide sulfurique, de pourpre d'indigo et de la base du sel employé ; quelle que soit la base, elle a la même apparence, mais non la même solubilité. Ainsi les sels de soude et d'ammoniaque ne précipitent la matière pourpre que lorsque le liquide en contient $\frac{1}{60}$; les sels de potasse précipitent à $\frac{1}{100}$; les sels de magnésie, de zinc et de cuivre à $\frac{1}{1000}$; le sulfate d'oxidule de fer

à $\frac{1}{1000}$, et l'alun et le chlorure de calcium jusqu'à $\frac{1}{1000}$. Lorsqu'on chauffe la combinaison avec un sel ammoniacal, il se développe un gaz rouge, et il se sublime de l'indigo qui ne ressemble cependant pas entièrement à l'indigo pur sublimé, et qui est peut-être le pourpre d'indigo dans un état isolé; car il a quelquefois sur les bords une couleur verte semblable à celle des ailes des cantharides, et lorsqu'on le polit, il devient brun et non cuivré. Les sels des bases fixes le retiennent, et il se dégage alors de l'acide sulfureux et du sulfite d'ammoniaque. Les sels de matière pourpre se dissolvent mieux dans l'alcool que dans l'eau, et la dissolution est aussi bleue. Si on arrose ceux qui sont un peu solubles avec de l'acide sulfurique concentré, et mieux avec de l'acide fumant, ils se dissolvent, et au bout d'un certain temps la matière pourpre est changée en indigo soluble. Lorsqu'on traite à chaud les sels solubles de matière pourpre par l'hydrogène sulfuré ou par le sulfate de fer et la chaux, elle se réduit comme l'indigo en un liquide jaune, et par l'oxidation reproduit un liquide bleu qui donne avec un sel précipitant la matière pourpre. La dissolution de cette matière teint la laine en bleu, et ne se décolore pas entièrement. Ce bleu est dû vraisemblablement à de l'indigo qui n'avait pas été séparé; l'addition d'un acide ne favorise pas la coloration.

Le gypse rouge qui reste après la saturation par la chaux de la dissolution bleue acide et après le lavage, doit sa couleur au gypse pourpré. On peut en séparer beaucoup de gypse incolore en traitant par un carbonate alcalin, lavant et dissolvant le carbonate de chaux

par l'acide muriatique. Le résidu est d'un pourpre foncé, et l'alcool bouillant en sépare le sel pourpre pur.

Lorsqu'on dissout l'indigo du commerce dans dix fois son poids d'acide sulfurique concentré, et qu'au bout de trois heures on étend d'eau la dissolution, il reste aussi une masse bleue sur le filtre, qui, dissoute dans l'eau, donne du pourpre avec les sels, mais d'une couleur beaucoup plus sombre et moins agréable.

Le pourpre d'indigo a été observé et décrit par Crum pour la première fois; il lui a donné le nom de *phœnicine*.

(Extrait et abrégé des *Annalen der Physik*.)

Sur *la Composition des Substances alimentaires simples, etc.*

Par M. William Prout.

Le procédé qui a été employé pour l'analyse des substances organiques est fondé sur l'emploi simultané de l'oxide de cuivre et du gaz oxigène. La substance mêlée avec de l'oxide de cuivre est introduite dans un tube qu'on met en communication par chacune de ses extrémités avec un siphon renversé contenant de l'oxigène, et servant de gazomètre. On fait passer l'oxigène d'un siphon à l'autre en versant du mercure dans la branche libre d'un des siphons, et en faisant écouler le mercure de l'autre siphon au moyen d'un robinet

placé vers sa courbure. La quantité d'oxigène introduite dans l'appareil est mesurée avant l'expérience, au moyen des gazomètres qui sont gradués, et le changement de volume que l'oxigène a éprouvé après l'expérience fait connaître la quantité d'hydrogène contenue dans la substance soumise à l'analyse.

L'appareil est chauffé par une rangée de petites lampes à esprit-de-vin, et après l'action de l'oxide de cuivre on fait circuler l'oxigène afin de réoxider complètement le cuivre et de brûler toute partie de la substance qui aurait pu échapper à la combustion.

Par ce procédé, on évite les inconvéniens reprochés à l'oxide de cuivre de condenser l'air et l'humidité, et on obtient l'hydrogène plus exactement que par les procédés suivis jusqu'à présent.

Sucre de canne. Le sucre le plus parfait que je connaisse est le sucre candi préparé avec le sucre de canne. Ce sucre, purifié par des cristallisations répétées à l'eau et à l'alcool et privé d'eau hygrométrique par une exposition de quelques heures à une température de 100°, a été trouvé composé de la manière suivante :

Carbone.....	42.85 ;
Eau.........	57.15.

Tous les échantillons, les plus beaux et les plus purs de sucre en pain du commerce que j'aie examinés, donnent, lorsqu'on les traite de la même manière, exactement les mêmes résultats. On doit par conséquent les considérer comme identiques dans leur composition avec le sucre candi. Le sucre de canne paraît n'éprouver aucun changement à la température de l'eau

bouillante ; mais à celle d'environ 150° il commence à fondre et prend la forme d'un liquide brun foncé. Dans une expérience, après une exposition de sept heures à cette température, il n'a perdu que 0,6 pour 100 de son poids ; mais ses propriétés paraissent avoir été altérées d'une manière permanente. Cependant Berzelius a montré que, en le combinant avec du plomb, le sucre perd environ 5,3 pour 100 d'eau. J'ai formé souvent le saccharate de plomb, et une fois, par accident, je l'ai obtenu en beaux cristaux.

Sucre de miel. Le sucre que j'ai examiné avait été obtenu du miel de Narbonne. Dépouillé de son eau hygrométrique en le tenant sous un récipient avec l'acide sulfurique pendant plusieurs jours, il a été trouvé composé :

Carbone.....	36,36 ;
Eau.........	63,63.

Ce sucre, dans l'état ordinaire de l'atmosphère, contient communément plus d'eau que n'en indique cette analyse, environ 64 pour 100. D'un autre côté, à une température beaucoup au-dessous de celle de l'eau bouillante, il perd rapidement environ 3 pour 100 d'eau et commence à devenir fluide. Tenu à la température de l'eau bouillante pendant trente heures, il a perdu, dans une expérience, plus de 10 pour 100 d'eau de son poids primitif, a pris une couleur brune foncée et a paru être décomposé partiellement.

Le sucre d'amidon appartient évidemment à cette variété, ainsi que celui de diabète, et probablement aussi le sucre de raisin, de figue, etc. Toutes ces va-

riétés de sucre, lorsqu'elles sont pures, sont d'un beau blanc, cristallisent en sphérules et sont permanentes dans les circonstances ordinaires de l'atmosphère.

	Sucre d'amidon.	Sucre de diabète.
Carbone...	36,2	36 à 40?
Eau.......	63,8	64 60.

Amidon du Blé. Cette substance a été analysée par différens chimistes avec des résultats très-différens. MM. Gay-Lussac et Thenard y ont trouvé jusqu'à 43,55 pour 100 de carbone, tandis que le docteur Ure n'en a obtenu que 38,55. Les observations suivantes expliqueront suffisamment cette différence.

Un très-bel échantillon d'amidon qui avait été préparé expressément à ma prière, sans l'addition de la matière colorante qu'on laisse ordinairement dans l'amidon du commerce, et qui avait été gardé dans un lieu sec pendant plusieurs mois, a donné, abstraction faite des matières étrangères :

Carbone.....	37,5 ;
Eau.........	62,5.

100 parties du même échantillon, en poudre fine, soumises à une température de 95 à 100° pendant vingt heures, ont perdu, dans la moyenne de deux expériences, 12,5 parties, et ont donné à l'analyse :

Carbone.....	42,8 ;
Eau.........	57,2.

Cependant l'amidon, dans cet état, retient encore de l'eau qu'on peut en séparer en partie en le soumettant à une température plus élevée.

Ainsi, après avoir été exposé comme ci-dessus, pendant vingt-quatre heures, à la température de 100°, il a été soumis six heures à une température de 150° à 180°, et il a perdu 2,3 pour 100 de plus. Analysé dans cet état, il a donné :

Carbone.....	44 ;
Eau.........	56.

Il avait alors acquis une légère couleur jaune et paraissait avoir éprouvé quelques changemens dans ses propriétés. La dernière quantité d'eau trouvée est par conséquent à peu près la plus grande que l'amidon puisse perdre sans décomposition.

Arrow root (racine du *maranta indica*). C'est une autre variété de la matière amylacée dont, comme pour le sucre, il paraît y avoir un grand nombre d'espèces. Après avoir été desséché vingt heures à une température de 92° à 100°, il a donné à l'analyse, abstraction de matières étrangères :

Carbone.....	42,8 ;
Eau.........	57,2.

Mais après avoir été soumis six heures de plus à la température de 100°, il a encore perdu 3,2 pour 100, et était alors réduit à un état semblable à celui de l'amidon desséché entre 150° et 180°. Il a donné à très-peu près :

Carbone.....	44,4 ;
Eau.........	55,6.

Une nouvelle exposition de six heures à la chaleur de 150° à 180° lui a fait perdre 1,38 pour 100 de plus;

mais il est devenu d'une couleur jaune plus foncée que celle de l'amidon desséché à la même température, et présentait de plus grandes marques de décomposition. Ainsi cette matière amylacée, de même que le sucre de miel sus-mentionné, paraît abandonner toute l'eau qui n'est pas essentielle à sa composition, à la température de 100°, et même peut-être au-dessous, si elle y restait exposée assez long-temps.

Ligneux. MM. Thenard et Gay-Lussac ont montré les premiers que ce principe végétal contient l'oxigène et l'hydrogène dans les proportions nécessaires pour former de l'eau, et ce résultat est pleinement confirmé par mes expériences. Les bois que j'ai analysés sont le saule et le buis. Après les avoir réduits en poudre très-fine, on les a fait bouillir avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle ne leur ait plus rien enlevé, ensuite avec de l'alcool et enfin de nouveau avec l'eau. Après ces diverses lotions, la matière ligneuse a été exposée à l'air jusqu'à ce qu'elle n'ait plus diminué de poids, et c'est alors que l'analyse en a été faite.

	Buis.	Saule.
Carbone.....	42,7	42,6;
Eau.........	57,3	57,4.

Desséchés pendant vingt-quatre heures à une température de 100°, et pendant six heures de plus à une température de 150° à 165°, ces bois ont perdu pour cent, le buis 14,6 et le saule 14,4. Analysés dans cet état, ils ont donné :

	Buis.	Saule.
Carbone.....	50,0	49,8;
Eau.........	50,0	50,2;

résultats qui coïncident presque avec ceux obtenus par MM. Gay-Lussac et Thenard pour le chêne et le hêtre. On peut par conséquent admettre que toutes les espèces de bois sont composées de parties égales de carbone et d'eau.

Le ligneux existe incontestablement sous d'autres formes que la fibre végétale, et en effet il paraît constituer le squelette sur lequel la plupart des procédés de la végétation s'exécutent. Pour montrer ses propriétés alimentaires, les seules que nous ayons à considérer ici, je citerai brièvement les expériences du professeur Autenrieth de Tubingen, qui a fait voir, il y a quelques années, que, par un traitement convenable, cette matière pouvait être amenée à un état propre à former du pain. Voici la méthode qui a été suivie pour cela : on a d'abord enlevé tout ce qui était soluble dans l'eau par de fréquentes macérations et l'ébullition. Le bois a été alors réduit dans un grand état de division, c'est-à-dire, non pas seulement en fibres déliées, mais en véritable poudre, et après l'avoir soumis plusieurs fois à la chaleur d'un four, on l'a moulu de la même manière que le blé. Ainsi préparé, il acquiert, suivant l'auteur, l'odeur et la saveur de la farine de blé. Il n'est cependant jamais entièrement blanc, mais il a une couleur jaunâtre. Il ressemble aussi à la farine en ce qu'il ne fermente pas sans levain, et celui qui convient le mieux est le levain aigri de farine de blé. Il donne alors un pain parfaitement homogène et spongieux, qui, lorsqu'il est bien cuit et a beaucoup de croûte, a un bien meilleur goût de pain que celui que l'on prépare, dans les temps de disette, avec le son du

grain. La farine de bois, bouillie dans l'eau, forme aussi une gelée épaisse tremblante, comme celle de l'amidon, et qui est très-nutritive.

Acide acétique ou Vinaigre. Cette substance paraît avoir été employée plus ou moins comme aliment, soit par accident ou à dessein, dans tous les temps et dans tous les lieux. Différens chimistes en ont publié des analyses; mais il est singulier que quoique plusieurs aient donné sa véritable composition, aucun n'ait été frappé de la particularité la plus remarquable de sa composition, savoir; que l'oxigène et l'hydrogène y existent dans les proportions nécessaires pour former de l'eau (1). Quelques expériences, que j'ai faites il y a plusieurs années, me paraissaient rendre cette opinion très-probable; mais ce n'est qu'en brûlant plusieurs fois un fragment d'acétate de cuivre dans mon appareil, que j'ai reconnu que le volume du gaz oxigène ne changeait pas, et que je suis resté entièrement convaincu de la réalité de cette même opinion.

L'acide acétique, contenant l'eau nécessaire à sa composition, m'a donné :

Carbone.....	47,05 ;
Eau.........	52,95 ;

résultats qui coïncident presque exactement avec ceux des autres chimistes.

Sucre de Lait. Après l'avoir purifié par des cristal-

---

(1) L'auteur aurait pu excepter de ce nombre M. Gay-Lussac. (Voyez *Annales de Chimie*, t. XCI, p. 148.)

lisations répétées, je lui ai trouvé la composition suivante :

Carbone.....	40 ;
Eau.........	60 ;

résultat presque exactement le même que celui donné par Berzelius.

Sucre de Manne. Cette substance, purifiée par les moyens connus, m'a donné :

Carbone.....	38,7 ;
Eau.........	61,3 ;

résultats très-différens de ceux de Théodore Saussure. Le sucre de manne paraît n'abandonner son eau hygrométrique qu'à la température de 100° ; mais quelques degrés au-dessus il commence à se décomposer, et à 120 il prend, sans fondre, la forme d'une poudre brune, et exhale une forte odeur empyreumatique.

Gomme arabique. Analysée dans les circonstances ordinaires où elle se trouve, elle a donné, abstraction des matières étrangères :

Carbone.....	36,3 ;
Eau.........	63,7.

100 parties de la même gomme, exposées pendant vingt heures à une température de 95 à 100°, ont perdu 12,4 pour cent. Sa composition, corrigée d'après ce résultat, serait :

Carbone.....	41,4 ;
Eau.........	58,6.

L'analyse a confirmé presque exactement ce résultat.

La même gomme, exposée six heures de plus à une température de 150 à 180°, a pris une couleur brune foncée, et a paru avoir éprouvé une décomposition, quoiqu'elle n'ait perdu que 2,6 pour cent de plus. Il est probable, d'après cela, que la gomme abandonne toute l'eau qui n'est pas essentielle à sa composition à la température de 100°, pourvu qu'elle y soit exposée un temps suffisant.

Acides végétaux.

Acide oxalique. J'avais constaté, il y a plusieurs années, que cet acide, cristallisé, est composé de :

Carbone.....	19,04 ;
Eau.........	42,85 ;
Oxigène.....	38,11 ;

composition assignée depuis long-temps à cet acide par d'autres chimistes, et qui, je crois, est admise généralement, excepté par le D[r] Thomson, qui nous apprend qu'il a rencontré un échantillon d'acide oxalique contenant la moitié de son poids d'eau. J'ai examiné une grande variété d'échantillons de cet acide, dans l'intention de vérifier ce résultat; mais jusqu'à présent je n'ai eu aucun succès.

Acide citrique. Cet acide et les suivans, excepté l'acide malique, ont été analysés à la même époque que l'acide oxalique, et j'ai vérifié récemment les résultats que j'avais obtenus. Je trouve l'acide citrique cristallisé composé de :

Carbone.....	34,28 ;
Eau.........	42,85 ;
Oxigène.....	22,87.

Plusieurs chimistes ont approché de très-près de cette composition, mais aucun, que je sache, ne l'avait donnée exactement.

Acide tartrique. En cristaux, il est composé de :

Carbone.....	32,0 ;
Eau.........	36,0 ;
Oxigène.....	32,0 ;

composition semblable à celle qui lui a été assignée par le Dr Thomson dans son ouvrage sur les proportions.

Acide malique. Il n'a pas été analysé seul, mais en combinaison avec le plomb, la chaux et le cuivre. En faisant abstraction de l'eau qui n'est pas essentielle à sa composition, il a donné :

Carbone.....	40,68 ;
Eau.........	45,76 ;
Oxigène.....	13,56.

Cet acide, sous plusieurs points de vue, peut être considéré comme un des plus importans de tous les acides végétaux.

Acide mucique. La composition inattendue de cet acide m'a déterminé à rechercher ses propriétés plus complètement que je ne l'eusse fait sans cela. Celui que j'ai d'abord employé avait été préparé avec le sucre de lait et était passablement pur, quoique peut-être pas

complètement. En dernier lieu, j'ai donné la préférence à celui préparé avec la gomme, qui, quoique excessivement impur au moment où on l'obtient, peut être purifié aisément et complètement par le procédé suivant.

Ajoutez de l'ammoniaque en léger excès à l'acide impur, et ensuite assez d'eau bouillante pour dissoudre le sel. Filtrez la solution encore bouillante, et évaporez-la doucement presqu'à sec. Le mucate d'ammoniaque se séparera en cristaux, qui seront lavés avec de l'eau froide jusqu'à ce qu'ils soient blancs et purs. On doit alors les dissoudre dans le moins d'eau bouillante possible, et filtrer la dissolution dans de l'acide nitrique étendu. Ce dernier décompose le mucate et précipite l'acide mucique dans un état parfait de pureté. L'acide ainsi obtenu m'a donné :

Carbone.....	33,33;
Eau.........	44,44;
Oxigène......	22,22;

résultat différant un peu de ceux des autres chimistes, qui probablement n'ont pas pris la peine d'obtenir cet acide parfaitement pur.

Il ne sera point inutile de remarquer ici deux ou trois circonstances résultant des analyses précédentes dont l'importance sera mieux appréciée par la suite.

D'abord, l'identité de composition du sucre de miel et de l'arrow root, dans les circonstances ordinaires de l'atmosphère, semblent montrer que les différences parmi les variétés de la matière amylacée sont exactement analogues à celles qui existent parmi les sucres.

[redacted]

En second lieu, l'identité de composition de l'amidon du blé et du sucre de canne, et celle du sucre de miel et de l'arrow root, semblent montrer que quoique les corps en partie organisés (*merorganized*, de μερος *pars*, *partim*) ne soient pas actuellement capables de prendre une forme cristalline; cependant la tendance originelle de leurs élémens essentiels à se combiner dans de certaines proportions (et peut-être à prendre certaines formes) continue encore à agir, quoique à un plus faible degré, et à faire effort pour maintenir certains modes définis d'existence.

En dernier lieu enfin, les corps cristallisés perdent leur eau de cristallisation avec difficulté, et lorsqu'ils le font, c'est ordinairement par sauts ou en quantités définies. Les corps *merorganisés*, au contraire, retiennent l'eau si faiblement à tous les degrés, que, dans de certaines limites, ce liquide peut en être séparé promptement ou se combiner avec eux en toute proportion. et cela paraît vrai, non-seulement pour l'eau, mais encore pour toute autre substance capable de se combiner avec les corps merorganisés.

Je m'abstiens pour le moment de plus amples observations. Je remarque, pour ceux qui voudraient répéter mes expériences, que les multiples de l'hydrogène, du carbone et de l'oxigène sont pris dans les calculs précédens comme 1:6:8, et que les résultats que j'ai donnés sont la moyenne de plusieurs expériences dont les différences ont varié au plus de 0,01 à 0,03 de pouce sur 5 à 8 pouces cubes de gaz carbonique ou d'oxigène.

Extrait et abrégé des *Trans. phil.* de 1827.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 12 *novembre* 1827.

M. Marcel de Serres adresse de Montpellier l'essai d'une carte géognostique du département de l'Hérault.

M. de Freycinet donne lecture d'une lettre de M. Gaymard, datée de la Nouvelle-Zélande, et qui renferme plusieurs détails relatifs au voyage de l'Astrolabe.

M. Girard lit un Mémoire sur quelques étalons de l'ancienne coudée égyptienne récemment découverts.

M. Boyer rend un compte favorable des Mémoires présentés par M. Faure concernant l'iris et les pupilles artificielles.

M. Barry, médecin de Limoges, avait adressé un Mémoire concernant deux cas de luxation des vertèbres cervicales avec compression de la moelle épinière, que ce médecin prétend avoir réduites; les commissaires nommés par l'Académie n'ont pas cru pouvoir proposer d'approuver ce travail.

M. Coquebert rend un compte verbal des nouvelles *Annales de Sciences naturelles*, publiées à la Havane par M. Ramon de la Sagra.

M. Delpech lit une Note sur ses travaux relatifs à la Rhinoplastique.

Séance du lundi 19 *novembre.*

Le Président du Conseil des Ministres fait connaître à l'Académie que, d'après ses ordres, il sera exécuté un

[redacted]

buste en marbre de M. Laplace pour la Bibliothèque de l'Institut.

M. Jomard présente les gravures de quatre mesures de coudée égyptienne.

M. Dupetit-Thouars fait un rapport verbal sur l'ouvrage intitulé : *Disposition méthodique des Mousses*; par M. Walker Arnott.

M. Bouillaud lit des Recherches expérimentales sur les fonctions de la portion postérieure du cerveau.

M. Willermé lit la suite de son Mémoire sur la Distribution des conceptions et des naissances, dans ses rapports avec les saisons.

M. Sérullas lit des Expériences sur l'Iodure d'antimoine, et dépose sur le bureau des Observations relatives au bromure de bismuth.

Séance du lundi 26 novembre.

Le Ministre de l'Intérieur adresse une Notice de M. D'Hombres-Firmas sur les Ossemens fossiles qu'on trouve dans les environs d'Alais.

M. Jaume Saint-Hilaire dépose le manuscrit d'un nouvel ouvrage qu'il se propose de publier sous le titre de *Flore* et de *Pommone françaises*

M. Damoiseau, au nom d'une Commission, rend un compte peu favorable des tableaux chronologiques de l'abbé Lachèvre.

M. Le Gendre annonce, dans une communication verbale, les ingénieux travaux que M. Jacobi de Konigsberg vient de faire : ce géomètre a beaucoup perfectionné l'importante théorie des fonctions elliptiques.

M. Dupin, au nom d'une Commission, lit la première partie du rapport qu'elle a fait sur l'Essai de M. Brisson concernant un système général de navigation de la France.

M. Cagniart de Latour donne lecture de nonvelles Recherches expérimentales et théoriques sur les propriétés du son.

Séance du lundi 3 *décembre.*

MM. Gauthier de Claubry et Person demandent qu'une Note cachetée qu'ils avaient déposée, soit remise aux commissaires qui sont chargés de rendre compte du Mémoire de MM. Robiquet et Collin sur la Garance.

M. Malbouche annonce qu'il a pratiqué avec succès la méthode inventée à New-York, par Mme Leigh, contre le bégaiement. Sur sa demande, deux commissaires nommés par l'Académie assisteront aux expériences.

D'après le désir de l'Académie des Inscriptions, deux membres de l'Académie des Sciences se joindront à la Commission que la première a nommée, pour procéder à l'examen des coudées égyptiennes récemment découvertes.

M. Duméril, au nom d'une Commission, fait un rapport sur un Mémoire de M. Chabrier, concernant les mouvemens progressifs de l'homme et des animaux.

M. Gay-Lussac fait un rapport verbal sur une brochure de M. Burridge, intitulée : *Perfectionnement de l'architecture civile.*

M. Biot lit un Mémoire sur la Figure de la Terre.

Séance du lundi 10 *décembre.*

On reçoit l'Ordonnance du Roi par laquelle la nomination de M. Savart est approuvée.

M. Anatasi adresse un nouveau projet d'établissement de remorque.

M. l'abbé Lachèvre réclame contre une partie du rapport que M. Damoiseau a fait sur ses tableaux chronologiques.

M. Chevreul, au nom d'une Commission, fait un rapport très-favorable sur le Mémoire de MM. Dumas et Boullay fils, que nous avons déjà imprimé, concernant la formation de l'éther sulfurique.

MM. Duméril et Dupuytren rendent compte des essais intéressans que le Dr Senn de Genève a faits pour le traitement des maladies du larynx.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire sur une petite espèce de crocodile vivant dans le Nil, sur son organisation, ses habitudes et les motifs qui l'ont fait adopter dans l'antiquité et honorer sous le titre de *crocodile sacré*.

M. Cauchy lit un Mémoire sur le Développement des fonctions en fractions rationnelles.

Il est donné lecture des Observations de M. Giroux de Buzareingue sur la reproduction des oiseaux domestiques.

Séance du lundi 17 *décembre.*

M. Cassini, au nom d'une Commission, fait un rapport favorable sur le Mémoire présenté par M. Adolphe

Brongniart, concernant les Granules spermatiques des végétaux.

M. Chevreul rend compte de plusieurs Notes de M. Sérullas relatives aux Bromures d'arsenic, d'antimoine, de bismuth.

M. Girard donne une analyse verbale de plusieurs ouvrages publiés en Amérique à l'occasion de l'ouverture du canal de Hudson.

M. Cauchy lit un Mémoire intitulé : *Usage du calcul des résidus pour la transformation ou la sommation des séries.*

M. Bonnard lit un Mémoire sur le Gîte de Manganèse de Romanèche.

M. Féburier lit un Mémoire intitulé : *Notice sur la Lune rousse, et sur quelques effets de sa lumière et de celle des autres astres sur les végétaux.*

Séance du lundi 24 décembre.

MM. Raspail et Saigey adressent une Note relative au collage du papier à la cuve; M. Buran transmet diverses observations concernant le Mémoire présenté par M. Payen sur un nouveau Borate de soude; M. Cagniart-Latour envoie un Mémoire relatif à l'Élasticité et au changement de volume qu'éprouvent les cordes métalliques quand on les tend.

M. Chevallier adresse un paquet cacheté relatif à l'extraction de l'indigo.

M. Tilloy, de Dijon, remet un travail qu'il a fait sur les groseilles.

M. Duméril lit une lettre de M. Bretonneau sur les

[redacted]

propriétés vésicantes de quelques insectes de la famille des cantharides.

M, Moreau de Jonnès communique une Note relative à l'emploi qu'on vient de faire à Céphalonie, du traitement mercuriel interne ou externe, pour prévenir dès ses premiers symptômes l'invasion de la peste.

M. de Blainville, au nom d'une Commission, fait un rapport sur le Mémoire de M. Jacobson, intitulé : *Observations sur le prétendu développement des œufs des moulettes et des anodontes dans leurs branchies.*

La Section de Minéralogie et de Géologie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour les deux places de correspondans vacantes dans son sein :

Géologues : MM. Conybeare, à Londres ; Buckland, à Oxford ; Macculoch, à Londres ; Freisleben, à Freyberg ; Charpentier, à Bex :

Minéralogistes : MM. Mitscherlich, à Berlin ; Gustave Rose, à Berlin ; Haidinguer, à Edimburgh.

NOTE *sur l'Extension des Fils et des Plaques élastiques.*

PAR M. POISSON.

SOIT a la longueur d'un fil élastique qui ait partout la même épaisseur ; soit b l'aire de la section normale à sa longueur, et par conséquent ab son volume. Supposons qu'on lui fasse subir une petite extension, de sorte que sa longueur devienne $a(1+\alpha)$, α étant une très-petite fraction ; en même temps le fil s'amincira ; et si nous désignons par $b(1-\beta)$ ce que deviendra l'aire



de la section normale, β étant aussi une très-petite fraction, son nouveau volume sera à très-peu près $ab\,(1+\alpha-\beta)$. Or, d'après la théorie des corps élastiques que j'exposerai dans un prochain Mémoire, on doit avoir :

$$\beta=\frac{1}{2}\alpha\,;$$

d'où il résulte que par l'extension α d'un fil élastique, son volume se trouve augmenté, suivant le rapport de $1+\frac{1}{2}\alpha$ à l'unité, et sa densité diminuée suivant le rapport inverse.

Ce résultat s'accorde parfaitement avec une expérience que M. Cagniard-Latour a communiquée récemment à l'Académie, et dont voici la description.

L'auteur a pris un fil de laiton qu'il a plongé verticalement dans un tube rempli d'eau ; la partie du fil ainsi plongée avait $2^{m},03$ de longueur ; son extrémité inférieure touchait le fond du tube : il a soulevé le fil sans l'étendre, de sorte que cette extrémité se trouvait à 6^{mm} au-dessus du fond, et il a observé que l'eau s'abaissait dans le tube de 5^{mm}. Il a ensuite attaché l'extrémité du fil au fond du vase, puis il l'a allongé de 6^{mm} en le tirant suivant sa longueur ; son épaisseur a diminué, et l'eau s'est abaissée dans le tube de $2^{mm},5$, ou de moitié du premier abaissement ; d'où l'auteur a conclu que par l'effet de cet allongement le volume du fil a augmenté.

Pour en connaître la quantité et la comparer à celle qui doit avoir lieu d'après la théorie, je reprends les notations précédentes ; de plus, j'appelle h la hauteur de l'extrémité du fil au-dessus du fond du tube après

qu'on l'a soulevée, et c la quantité d'eau qui s'est abaissée au-dessous de son niveau primitif, laquelle quantité doit remplacer le volume bh du fil compris entre l'extrémité soulevée et le fond du vase. On aura par conséquent :

$$bh = c.$$

L'allongement du fil étant désignée par $a\alpha$ comme plus haut, et son augmentation de longueur étant la même que l'élévation h, on aura aussi :

$$a\alpha = h.$$

Le volume de la partie plongée dans l'eau après cet allongment sera $ab\,(1-6)$, en désignant toujours par $b\,(1-6)$ ce qu'est devenue la section normale à la longueur, et négligeant, relativement à celle-ci, la différence de niveau de l'eau, c'est-à-dire $2^{mm},5$, par rapport à $2^{m},03$, dans l'expérience de M. Cagniard. Le volume de la partie plongée, qui était primitivement égal à ab, aura donc diminué de $ab6$; et cette différence de volume ayant été remplacée par la quantité d'eau abaissée après l'allongement, si l'on désigne cette quantité d'eau par c', on aura :

$$ab6 = c'.$$

J'élimine a et b entre ces trois dernières équations; il vient :

$$6 = \frac{c'}{c}\alpha;$$

et comme M. Cagniard a trouvé c' moitié de c, on aura $6 = \frac{1}{2}\alpha$, ce qui coïncide exactement avec le résultat de la théorie.

Soit b l'aire d'une plaque ou d'une membrane dont l'épaisseur est constante, et a cette épaisseur. Supposons qu'on étende sa surface également en tous sens,

et qu'elle devienne $b(1+6)$, 6 étant une très-petite fraction. L'épaisseur diminuera en même temps. Nous désignerons par $a(1-\alpha)$ ce qu'elle deviendra, α étant aussi une fraction très-petite, et le volume, qui était ab, se changera à très-peu près en $ab(1+6-\alpha)$. Or, d'après la théorie citée plus haut, on aura :

$$\alpha = \tfrac{1}{3}6\,;$$

par conséquent le volume augmentera dans le rapport de $1+\frac{2}{3}6$ à l'unité. Mais ce résultat serait moins facile à vérifier que le précédent par l'expérience.

Résumé *des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en* 1827.

Tableau *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Températures moyennes.	Température moyenne de 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	Hygromètre à 3 heures après midi.
Janvier.	— 0°,2	— 0°,7	12°,172	83°
Février.	— 0,9	— 1,7	12,175	..
Mars.	+ 8,0	+ 8,2	12,175	..
Avril.	+ 11,4	+ 12,3	12,176	..
Mai.	+ 14,6	+ 15,6	12,176	..
Juin.	+ 17,0	+ 18,2	12,176	..
Juillet.	+ 19,8	+ 21,5	12,166	..
Août.	+ 18,0	+ 19,6	12,171	64
Septemb.	+ 16,2	+ 16,6	12,181	68
Octobre.	+ 13,1	+ 12,8	12,182	73
Novemb.	+ 5,8	+ 5,1	12,184	82
Décemb.	+ 6,9	+ 6,3	12,187	86
Moyenn.	+ 10,8	+ 11,3	12,177	..

Tableau *des* maxima *et des* minima *moyens du thermomètre centigrade, en* 1827.

NOMS DES MOIS.	MAXIMA.	MINIMA.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 2°,1	— 2°,4	4°,5
Février.	+ 1,8	— 3,7	5,5
Mars	+ 11,2	+ 4,8	6,4
Avril.	+ 16,0	+ 6,8	9,2
Mai.	+ 18,6	+ 10,6	8,0
Juin.	+ 21,7	+ 12,3	9,4
Juillet.	+ 24,9	+ 14,7	10,2
Août.	+ 22,2	+ 13,7	8,5
Septembre.	+ 20,5	+ 11,9	8,6
Octobre.	+ 16,6	+ 9,6	7,0
Novembre.	+ 8,2	+ 3,4	4,8
Décembre.	+ 8,8	+ 5,0	3,8

Tableau *des variations extrêmes du thermomètre centigrade situé à l'ombre et au nord, pendant chaque mois de l'année* 1827.

NOMS DES MOIS.	MAXIMA.	MINIMA.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 9°,5, le 14	— 11°,2, le 25	20°,7
Février.	+ 11,5, le 28	— 12,8, le 18	24,3
Mars.	+ 17,0, le 28	— 1,2, le 20	18,2
Avril.	+ 23,3, le 30	+ 2,0, le 23	21,3
Mai.	+ 25,3, le 30	+ 6,5, le 25	18,8
Juin.	+ 28,3, le 14	+ 8,0, le 8	20,3
Juillet.	+ 30,5, le 29	+ 11,7, le 7	18,8
Août.	+ 33,0, le 2	+ 6,8, le 30	26,2
Septembre.	+ 28,7, le 11	+ 7,2, le 21	21,5
Octobre.	+ 21,9, le 2	+ 3,8, le 30	18,1
Novembre.	+ 13,7, le 11	— 4,2, le 15	17,9
Décembre.	+ 13,5, le 22	— 1,2, le 31	14,7

TABLEAU *des plus grandes variations que le thermomètre centigrade ait éprouvées dans les différens jours de l'année* 1827.

NOMS DES MOIS.		PLUS GRANDES VARIATIONS.
Janvier,	le 30.	7°,4
Février,	le 18.	9,8
Mars,	le 28.	13,7
Avril,	le 20.	14,0
Maï,	le 29.	13,3
Juin,	le 27.	14,4
Juillet,	le 29.	14,5
Août,	le 2.	17,2
Septembre,	le 9.	15,0
Octobre,	le 7.	12,3
Novembre,	le 19.	9,0
Décembre,	le 13.	5,5

TABLEAU *de la marche moyenne du baromètre en* 1827.

(Toutes les hauteurs sont réduites à 0° de température.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir.
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	755,74	755,54	755, 9	755,30
Février.	757,68	757,53	757,09	757,54
Mars.	755,57	753,54	755,10	753,68
Avril.	756,78	756,44	755,84	756,18
Mai.	752,33	752,07	751,06	752,01
Juin.	756,21	755,94	755,42	755,67
Juillet.	759,79	759,62	759,09	759,54
Août.	756,90	756,50	756,09	756,57
Septem.	757,05	756,90	756,17	756,67
Octobr.	752,53	752,23	751,60	752,09
Novem.	758,41	758,17	757,73	758,23
Décem.	757,42	757,69	757,30	757,06
Moyen.	756,20	756,01	755,46	755,88

TABLEAU *des Oscillations extrêmes du baromètre, en* 1827.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
	mm	mm	mm
Janvier.	760,95	743,00	23,95
Février.	768,03	745,13	22,90
Mars.	768,38	733,50	34,88
Avril.	765,06	742,23	22,83
Mai.	761,75	741,47	20,28
Juin.	763,06	749,94	13,12
Juillet.	765,83	752,22	13,61
Août.	766,05	744,69	21,36
Septembre.	764,13	744,64	19,49
Octobre.	765,87	739,64	26,23
Novembre.	770,11	744,40	25,71
Décembre.	773,48	738,73	34,75

TABLEAU *de la quantité de pluie qui est tombée à Paris en* 1827, *tant dans la cour de l'Observatoire que sur la terrasse à* 28 *mèt. de hauteur.*

(La pluie est exprimée en centimètres.)

NOMS des Mois.	PLUIE sur la terrasse.	PLUIE dans la cour.	NOMBRE de jours de pluie.
	c.	c.	
Janvier.	1,235	1,610	7
Février.	1,950	2,250	4
Mars.	6,483	7,690	19
Avril.	3,790	4,625	8
Mai.	10,045	11,620	17
Juin.	1,690	1,800	13
Juillet.	3,570	3,760	7
Août.	3,030	3,160	10
Septembre.	4,135	4,370	16
Octobre.	6,130	6,875	16
Novembre.	2,130	2,695	12
Décembre.	5,910	7,130	17
Sommes.	50,098	57,585	146

Etat *des crues de la Seine en* 1827, *exprimées en mètres.*

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.
Janvier.	3m,10, le 20.	1m,11, le 2.
Février.	1,86, le 1er.	0,85, le 18.
Mars.	4,35, le 21.	1,89, le 1er.
Avril.	2,75, le 1er.	1,21, le 30.
Mai.	1,81, le 17.	0,93, le 6.
Juin.	1,34, le 1er.	0,57, le 30.
Juillet.	0,62, le 8.	0,20, le 31.
Août.	0,32, le 23.	0,05, le 9.
Septembre.	0,26, le 5.	0,12, le 13.
Octobre,	0,30, le 13.	— 0,01, le 30.
Novembre.	0,16, le 22.	0,01, le 4.
Décembre.	2,25, le 27.	0,09, le 1er.

Les hauteurs ou les dépressions de la rivière sont toujours comptées à partir du zéro de l'échelle du pont de la Tournelle.

La hauteur moyenne de l'eau, en 1827, a été de 1m,07.

Etat *des vents, à Paris, en* 1827.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud.-E.	Sud.	Sud-O.	Ouest.	Nord-O
Janv.	9	1	2	0	5	8	3	3
Févr.	11	5	3	1	2	2	2	2
Mars.	3	0	0	1	7	8	10	2
Avril.	9	2	1	4	6	1	3	4
Mai.	8	0	0	2	4	9	4	4
Juin.	9	0	0	0	2	8	9	2
Juill.	5	3	1	0	3	2	6	11
Août.	8	0	1	0	3	8	6	5
Sept.	9	3	0	1	14	0	2	1
Oct.	4	1	0	6	10	4	4	2
Nov.	0	4	2	3	7	1	6	7
Déc.	1	1	1	0	10	5	10	3
Som.	76	20	11	18	73	56	65	46

[redacted]

ETAT *du ciel*, *à Paris*, *en* 1827.

Il y a eu, cette année, à Paris :

146 jours de pluie ;
21 jours de neige ;
6 jours de grêle ou grésil ;
59 jours de gelée ;
21 jours de tonnerre ;
178 jours durant lesquels le ciel a été presque entièrement couvert.

TACHES *solaires en* 1827.

Janvier. Le 2, à midi, il y avait près du centre du soleil une très-belle tache entourée d'une forte pénombre. Le 3, la grande tache du 2 était suivie de *six* taches de dimensions beaucoup moindres ; deux grandes taches s'approchaient du bord occidental ; on voyait aussi une tache assez belle près du bord oriental. Le 4, à midi, les deux taches du bord occidental avaient disparu : on ne distinguait plus que les facules environnantes ; la grande tache s'était avancée sans trop changer de forme ; une petite tache, dont hier il n'existait pas de trace, la précédait ; la tache orientale s'apercevait à merveille. Le 6, on voyait encore les grandes taches du 4, et de plus, un groupe de taches fort petites qui s'étaient *formées* autour de celle qu'on a désignée par le nom de *tache orientale*. Le 7, toutes ces taches existaient encore ; elles s'étaient seulement rapprochées du bord occidental du soleil.

Février. Le 17, à midi, grosse tache au dessous du centre apparent du soleil, suivie d'une longue traînée de taches moins considérables. La grosse tache avait disparu le 24, à midi; mais à la même heure, on apercevait deux belles taches nouvelles près du centre; un groupe de taches assez petites qui s'est *formé* depuis le 23, près du premier bord du soleil; et sur le bord opposé une tache dont on ne pourrait pas assigner la forme tant elle est encore voisine du limbe.

Mars. Il y avait plusieurs taches sur le soleil dans les premiers jours de ce mois; mais le mauvais temps a empêché de les voir assez nettement pour qu'on les décrive. Le 14, à midi, deux groupes de taches venaient de passer dans l'hémisphère visible. Le 19, à midi, deux grandes taches se voyaient au dessus du centre du soleil, au milieu d'un groupe de taches beaucoup plus petites; plus bas, il existait trois grosses taches très-obscures, et tout près, comme à l'ordinaire, un bon nombre de points noirs. Le 24, toutes les taches du 19 s'apercevaient encore. Le 28, à midi, il n'y avait dans toute la surface visible de l'astre, qu'un groupe de taches très-petites, placé près de son centre.

Avril. Le 5, à midi, on voyait au dessus du centre du soleil un groupe de taches, les unes grandes, au nombre de quatre, les autres petites : elles mettaient de $14''$ à $15''$ de temps pour traverser le fil horaire; une petite tache au centre même; enfin une tache entourée de facules près du bord oriental. Le 6, tout paraissait dans le même état que la veille; la tache du centre, seulement, s'était *évanouie*. Le 12, il y avait trois groupes de petites taches, un vers le centre, et deux autres

entre le centre et le bord oriental du soleil. Le 15, on voyait toutes les taches du 12, et de plus deux petites taches nouvelles à l'orient. Le 17, à midi, on n'apercevait que deux taches isolées vers le bord occidental. Le 18, les taches du 17 étaient suivies d'une tache nouvelle; on voyait de plus un groupe nombreux renfermant deux taches assez belles entre le centre et le bord oriental. Les 24 et 25, des taches nouvelles en assez grand nombre s'étaient ajoutées au groupe du 18. Le 26, il y avait cinq groupes de taches distincts dans l'hémisphère visible du soleil.

Mai. Je ne trouve dans les registres de l'Observatoire aucune indication de taches durant le mois de mai; il est cependant très-probable que plusieurs se sont montrées, mais l'astronome chargé de la lunette méridienne n'aura pas eu le soin d'en faire mention : dans le mois de mai on n'observe pas le soleil au cercle répétiteur.

Juin. Le 1er, à midi, il y avait deux groupes de petites taches dans le voisinage du centre du soleil.

Juillet. Le 2, à midi, il existe deux groupes de petites taches vers le bord oriental du soleil; un groupe près du centre, et une grande tache dans le voisinage du bord occidental. Le 4, on voit encore les trois groupes du 2. Le 7, il y a deux groupes de taches, l'un au bord oriental, l'autre au bord occidental : tous deux sont entourés de facules; un autre groupe est placé au centre. Le 9, à midi, le groupe oriental du 7 est maintenant au centre; celui qu'on voyait au centre est près du bord occidental; le groupe occidental a disparu. Le 25, à midi, deux taches au bord oriental; la plus voisine du limbe est entourée de facules. Le 27, outre

[redacted]

les taches du 25, on voyait une tache nouvelle près du centre. Le 31, à midi, il existait deux groupes de belles taches vers le centre.

Août. Le 1er, à midi, on voyait, outre les deux groupes du 31 juillet, une petite tache au bord oriental. Le 3, on apercevait les deux groupes, la tache du 1er, et deux petites taches nouvelles près de ce même bord oriental. Les 7 et 8, à midi, il n'y avait sur le soleil que trois taches, deux près du centre et une vers le bord oriental. Les 24 et 25, à midi, on voyait près du centre une grande tache noire entourée de quelques taches fort petites; et deux groupes, l'un vers le bord oriental, l'autre vers le bord occidental.

Septembre. Le 2, à midi, deux groupes de taches s'aperçoivent vers le bord oriental du soleil. Le 18, il y a une grande tache entourée d'une forte pénombre; six petites taches la précèdent. Le 23, à midi, on voit quatre groupes de taches : l'un est vers le bord occidental; deux autres sont compris entre ce bord et le centre; le quatrième, composé de taches très-faibles, est situé près du bord oriental.

Octobre. Le 2, il y avait sur le soleil plusieurs groupes de taches dont les nuages ne permirent pas d'observer exactement les configurations. Le 6, à midi, on apercevait, 1° deux taches au bord oriental; 2° un groupe de taches très-rapprochées les unes des autres, vers le centre; 3° beaucoup au dessous du centre, une tache isolée; 4° enfin un groupe où l'on distinguait huit taches principales assez grandes, vers le bord occidental. Le 7, à midi, on voyait, outre les taches d'hier, un nouveau groupe de trois taches entourées de facules,

près du bord oriental. Le 8, à midi, toutes les taches du 7 étaient encore visibles; le groupe que le mouvement de rotation du soleil avait rapproché du bord occidental, offrait beaucoup de facules.

Novembre. Le 10, à midi, on voyait deux groupes de taches dans la partie inférieure du soleil.

Décembre. Le 7, à midi, il y avait sur le soleil, dans le voisinage de son centre, 1° une énorme tache entourée d'une forte pénombre et de plusieurs taches très-petites; 2° deux groupes de petites taches noires près des deux bords opposés. Le 11, à midi, on voyait, près du centre, une grande tache noire, entourée d'une large pénombre et suivie d'un certain nombre de taches fort petites; et vers le bord occidental, deux larges taches à pénombre bien distincte, accompagnées de plusieurs taches moindres. Le 16, à midi, on apercevait deux grandes taches très-près des deux bords du soleil; toutes deux avaient une pénombre elliptique bien distincte, sensiblement plus large vers le bord que du côté du centre. Le 25, à midi, un groupe très-considérable, situé au bord occidental, se faisait remarquer par cinq belles taches. Le 30, on voyait, au bord oriental, beaucoup de facules qui entouraient une grande tache noire, et deux groupes de taches assez remarquables, l'un au dessus, l'autre au dessous du centre du soleil.

Liste *des Tremblemens de Terre en* 1827.

2 Janvier 1827, à l'heure du dîner? *Mortagne* (Orne) et les environs; secousse violente, mais de courte du-

rée, accompagnée d'un bruit très-intense. Des cheminées et des ustensiles de ménage ont été renversés. La commotion s'est propagée jusqu'à Alençon. Ce jour-là, le ciel était sombre, le temps lourd et orageux, ce qui n'est pas ordinaire pour la saison.

9 Février, à sept heures du soir; *partie nord-ouest du pays de Galles et île d'Anglesey*; les secousses durèrent de 40 secondes à une minute; elles furent assez violentes pour renverser plusieurs meubles; on entendit en même temps un bruit analogue à celui que produit une charrette lourdement chargée en roulant sur le pavé

2 Avril, une heure vingt minutes du matin; *Bevers*; deux secousses consécutives et assez fortes.

(Les habitans de la Basse-Engadine prétendent avoir compté dans l'hiver environ 20 secousses pareilles.)

29 Mai, à......; *Vajaca* (Mexique). Deux légères secousses.

3 Juin, à.......; *Martinique*; légère secousse.

12 Juin, à une heure et demie; *Tehenacan* (Mexique). Violente secousse; bruit effrayant; beaucoup d'édifices endommagés.

16 Juin, à cinq heures; *Aquila* (royaume de Naples). Une secousse.

21 Juin, onze heures du matin; *Palerme*. Quatre fortes secousses dans l'espace de sept secondes : c'était un mouvement oscillatoire dirigé de l'ouest à l'est.

14 Août, deux heures après midi; *Palerme*. Plusieurs secousses; elles durèrent environ dix-huit minutes avec des interruptions très-courtes; le mouvement fut toujours oscillatoire.

18 Septembre, à........; *Lisbonne*. Légère secousse.

10 Octobre, à deux heures quarante-huit minutes après midi; *Zurich* et tous les bords du lac. Assez forte secousse.

15 Octobre, à huit heures du soir; *Jassy*. Deux violentes secousses dirigées du nord au sud et accompagnées d'un bruit souterrain, à la suite de deux ou trois journées d'une forte chaleur.

30 Octobre, cinq heures vingt minutes du matin; cantons de *Taravo*, *Tallano* et *Sartène* (Corse). Deux secousses.

30 Novembre, trois heures du matin. *Pointe à Pitre* (Guadeloupe). Violent tremblement de terre. A Marie-Galante, il a été précédé d'une bourrasque assez forte.

AURORES BORÉALES.

J'ai publié dans les *Annales*, en 1825, une Note relative à l'influence que diverses aurores boréales observées au *nord de l'Ecosse* avaient exercée *à Paris* sur la position de l'aiguille aimantée. M. Hansteen m'a fait l'honneur de soumettre cette Note à un examen critique dont je vais reproduire les principaux traits.

L'habile physicien de Christiania dit d'abord que ma remarque sur l'action qu'exercent les aurores boréales *dans les lieux où* ELLES NE SE MONTRENT PAS, n'est pas *entièrement* neuve (*is not entirely new*); il pense cependant qu'elle a un grand intérêt (*great interest*), parce qu'elle montre que le météore, en cela fort dif-

férent de la pluie, du tonnerre, etc., etc., n'est pas le résultat d'une action qui s'exercerait seulement sur une petite étendue de l'atmosphère, mais bien l'effet d'un dérangement d'équilibre dans le système tout entier des forces magnétiques du globe.

Pour prouver que ma remarque n'est pas *entièrement* neuve, l'auteur cite alors des observations faites le 5 avril 1741, par Celsius à Upsal, et par Graham à Londres. Celsius aperçut ce jour-là une aurore boréale, pendant que son aiguille horizontale était dérangée; Graham vit une perturbation pareille à Londres, *mais ne fait mention d'aucune aurore boréale* (1).

---

(1) Qnand j'annonçai en 1825 que les aurores boréales agissent sur l'aiguille aimantée, *même dans les lieux où elles ne se montrent pas,* je m'abstins de rien affirmer sur la nouveauté de cette observation, quoique je ne l'eusse point trouvée dans les nombreux Mémoires que j'avais consultés. En lisant les premières phrases de l'écrit de M. Hansteen, je dus m'applaudir de ma réserve. J'avoue même que je n'attachai d'abord aucune importance aux deux mots, *entirely new,* qu'on y trouve; je les regardai comme une simple politesse : il est clair, en effet, qu'une assertion de la nature de celle que j'avais publiée ne peut pas être neuve à moitié; aussi j'étais bien résolu à me désister, à ce sujet, de toute espèce de prétention; à rendre une entière justice au premier auteur de la remarque; à ne présenter désormais mes observations qu'à titre de confirmation; mais en examinant bientôt après les preuves dont M. Hansteen appuie sa thèse, j'ai reconnu que je n'avais lésé les droits de personne et qu'il n'y a lieu de ma part à aucune réparation. L'observation faite à Lon-

J'avais indiqué les jours où l'aiguille fut notablement dérangée à Paris en 1825, sans qu'on eût observé d'aurore boréale à Edimburgh : M. Hansteen a cherché dans ses Journaux météorologiques, si plus au nord.

---

dres par M. Graham est complètement insignifiante, puisque ce physicien ne dit pas s'il y avait ou s'il n'y avait pas d'aurore boréale visible ; puisqu' il n'est pas prouvé qu'il a cherché à s'en assurer ; puisque tout annonce qu'il n'était pas instruit de la liaison de ce phénomène avec les mouvemens de l'aiguille aimantée. En y réfléchissant, M. Hansteen me permettra même d'ajouter, qu'alors même qu'on lirait tous ces détails dans la Note de M. Graham, on n'en pourrait tirer légitimement aucune conséquence relativement à l'action qu'exercent, suivant moi, les aurores boréales invisibles. Il est, en effet, bien établi, par une multitude d'observations, qu'une aurore *qui se montre* dans un lieu donné y laisse souvent l'aiguille aimantée dérangée, *après* qu'elle a cessé de luire : or, puisque le 5 avril 1741, l'aiguille était, dans le jour, considérablement affolée à Londres, tout doit porter à croire qu'il y avait alors sur l'horizon une aurore boréale que la lumière atmosphérique empêcha d'apercevoir, et dont les oscillations de l'aiguille, la nuit, furent *la suite*. Cette conjecture paraîtra d'autant plus naturelle qu'à Stockholm même, Celsius n'aperçut, le 5 avril, à nuit close, que de faibles traces d'une aurore boréale qui finissait. Pour prouver sans réplique l'influence des aurores boréales invisibles, il faut donc qu'en un lieu donné, à Paris, si l'on veut, *un certain jour, le ciel étant parfaitement serein, l'aiguille aimantée ait marché régulièrement jusqu'à la nuit ; qu'alors, et seulement alors, elle se soit notablement dérangée ; que l'ob-*



à Christiania, ce météore ne se serait pas montré, et il trouve que :

Le 13 (1) mars, le ciel était couvert : l'aurore ne pouvait donc pas être aperçue ;

Les 30 et 31 ; le ciel était serein, et le journal ne signale cependant aucune aurore ; mais la fenêtre par laquelle M. Hansteen observa l'état du ciel, n'était pas du côté du nord. Près de Drontheim, où il y a un observateur, il tombait de la neige les 30 et 31 mars, et le 1er avril.

Le 21 avril ; ciel entièrement couvert à Christiania. (Je n'ai pas parlé du 21 avril ; j'ignore à quel propos M. Hansteen le cite.)

Les 17 et 21 août, les circonstances atmosphériques

---

servateur ait cherché scrupuleusement et sans succès des traces de l'aurore boréale ; et que dans une station située beaucoup plus au nord, ce phénomène se soit montré. La réunion de toutes ces circonstances a eu lieu si fréquemment pendant mes observations, que je n'ai pas dû hésiter à soumettre aux physiciens le fait qui en découle, et dont M. Hansteen, par cette discussion, m'aura rendu le service de faire ressortir la nouveauté. Si, au lieu d'éclaircir la question à l'aide d'argumens puisés dans la nature même des choses, j'avais voulu me contenter de répondre à la critique du savant professeur norwégien, il m'aurait suffi de remarquer qu'en analysant dans son grand ouvrage les observations de Celsius et de Graham, il n'a fait aucune mention de la conséquence qu'il en a déduite *depuis* la publication de ma Note.

(1) Je pense qu'il faut lire le 19 : je n'ai rien dit du 13 dans la Note des *Annales*.

n'auraient pas permis de voir une aurore boréale dans les lieux qu'habitent les correspondans de M. Hansteen.

Le 25 août (1); à 11 heures 40 minutes du soir, une aurore boréale se montrait à Christiania et à Hardanger. Le journal de M. Holmboe porte que l'aurore brilla plusieurs fois dans les derniers jours du mois d'août; mais les vraies dates n'y sont pas. M. Hansteen pense qu'il est *très-probable* que ces dates sont les 21, 22 et 23 août; que dès-lors on n'est pas obligé d'admettre avec M. Arago « qu'il existe des causes inconnues « (autres que les aurores boréales) qui agissent sur « l'aiguille magnétique (2) ».

Le 10 septembre, aurore boréale très-brillante à Christiania.

Le 7 octobre, temps couvert.

Les 3 ou 4 novembre, aurore boréale à Bergen.

---

(1) N'est-ce pas le 26 qu'il faut lire?

(2) Si je pouvais supposer que la traduction du Mémoire de M. Hansteen a été correctement imprimée dans le Journal anglais où je l'ai trouvée, je ferais remarquer que le savant physicien norwégien me prête ici fort gratuitement une opinion que je n'ai point énoncée. Voici ma proposition : La marche de l'aiguille, le 29 août 1825, ayant offert, à Paris, les plus fortes anomalies, « *si*, par un temps serein, les observateurs « du nord n'ont pas vu d'aurore boréale, on sera forcé d'admettre qu'il existe d'autres causes, encore inconnues, qui « exercent aussi sur la marche de l'aiguille aimantée une « influence considérable », je n'ai pas dit que j'admettais de telles causes : j'ai montré dans quelles circonstances M. Hansteen, tout comme un autre, serait forcé d'y recourir.



Le 22 novembre, ciel clair à Christiania : cependant le journal météorologique ne signale aucune aurore. (Une aurore a été vue à Leith.)

Le 26 août 1825, M. Hansteen étant près de Tornéo en Laponie, son aiguille *horizontale*, à 9 heures trois quarts du soir, fit 300 oscillations en 887″, tandis que, ordinairement, il n'en fallait que 881. Cette irrégularité, dit M. Hansteen, ayant coïncidé avec la variation de déclinaison observée par M. Arago à Paris, montre que les influences des aurores boréales embrassent de très-grandes étendues de pays, et que *les changemens de direction coïncident avec des changemens d'intensité* (1).

J'avais cru pouvoir prédire, tome XXXIII, page 422, qu'on aurait vu, vers le nord, des aurores boréales en

---

(1) Ce résultat est exact, mais les observations de M. Hansteen ne le *démontrent pas*. J'ai reconnu, en effet, que l'aiguille d'inclinaison change tout aussi bien de position, par l'action des aurores boréales, que l'aiguille horizontale. Les oscillations de celle-ci varieraient donc de durée alors même que l'intensité resterait constante. Ce n'est qu'après avoir corrigé cette durée des effets que les changemens d'inclinaison produisent, qu'on peut en déduire les intensités correspondantes à diverses heures et à différens jours. J'espère publier bientôt une nombreuse suite d'observations que j'ai faites, pendant plus d'une année, en employant à la fois les aiguilles horizontale et d'inclinaison.

[redacted]

1826, les 10 et 13 février; les 9, 23 et 29 mars; les 9, 13, 17 et 24 avril. Jusqu'à présent je n'ai pas reçu la confirmation de toutes ces annonces. Dès que les derniers Voyages des capitaines Parry et Franklin auront paru, j'examinerai si mes conjectures se sont vérifiées, et, quoi qu'il arrive, je ferai connaître scrupuleusement le résultat. Aujourd'hui, je puis dire déjà, grâce à la complaisance de M. Dalton, qu'une aurore boréale, comme je l'avais prévu, s'est montrée dans le nord de l'Angleterre le 29 mars. La lettre de cet illustre chimiste est trop intéressante pour que je puisse me dispenser de l'insérer ici en entier :

« MON CHER AMI,

« Je sais que vous prenez intérêt à tout ce qui regarde « la météorologie; je vous envoie en conséquence le « résultat d'une recherche que j'ai faite dernièrement « sur la hauteur des aurores boréales.

« On a vu une aurore boréale très-remarquable dans « le nord de l'Angleterre et de l'Ecosse, le 29 mars « 1826, entre 8 et 10 heures du soir. Elle avait la « forme de l'arc-en-ciel et embrassait dans le firma- « ment l'espace compris entre l'orient et l'occident « magnétiques. Cet arc resta presque complètement « stationnaire pendant près d'une heure : son mouve- « ment, dans le sens nord-sud, du moins, était tout- « à-fait insensible.

« L'arc fut aperçu sur divers points d'une ligne « qui n'a pas moins de 170 milles anglais d'étendue « dans la direction du méridien magnétique : entre « autres, à Manchester et à Edimburgh. A l'extrémité

« méridionale de cette ligne, le point culminant de « l'arc était placé dans le méridien magnétique, *du* « *côté du nord*, et à une hauteur angulaire de 60° au « dessus de l'horizon. A l'extrémité septentrionale, « on trouva que le point culminant, situé aussi dans le « méridien magnétique, se trouvait à 55° de hauteur, « mais *du côté du sud*. Dans quelques villes intermé- « diaires, les observateurs virent l'arc au zénith ; dans « d'autres il était au nord ou au sud de ce point, sui- « vant la latitude du lieu.

« D'après toutes ces données, j'ai trouvé que la hau- « teur verticale de l'arc était de 100 milles anglais (en- « viron 33 lieues) ; sa largeur de 8 ou 9 milles (3 lieues) ; « son étendue visible, de l'est à l'ouest, au-delà de « 500 milles (167 lieues). »

Manchester, le 22 novembre 1827.

Aurores *boréales en* 1827.

Le 9 janvier 1827, M. Marshal a vu à *Kendal*, en Angleterre, une brillante aurore boréale.

Le 9 janvier, la marche de l'aiguille des variations diurnes, à Paris, fut très-irrégulière. Déjà, à 2 heures après midi, la pointe nord était plus occidentale qu'à l'ordinaire, de 4' ½ ; la déviation se maintint dans le même sens jusqu'à 7 h. ½ ; mais à 11 h. 5', la déclinaison était, au contraire, de 3' ½ plus petite que les jours précédens.

L'aiguille d'inclinaison fit aussi des oscillations irrégulières.

Le ciel était complètement couvert.

Le 13 ou le 18 janvier 1827, vers 6 heures du soir on aperçut à *Gosport* (Angleterre) un arc lumineux placé du côté du nord et dans le méridien magnétique. Il augmenta graduellement d'amplitude et d'éclat; sa base, après 9 heures et demie, soutendait plus de 40°. Des colonnes de lumière d'un rouge pâle émanaient successivement des différens points de l'arc où des accumulations momentanées et considérables de la matière lumineuse s'étaient d'abord formées; plusieurs de ces colonnes montèrent jusqu'à 48° de hauteur. Le phénomène était encore visible, à travers les interstices des nuages, à 11 heures et demie du soir. On n'aperçut rien les jours suivans.

Je trouve les deux dates (13 et 18) dans le même Numéro du *Philosoph. Magazine* d'où j'ai tiré ce qui précède. Si la première date est exacte, l'aurore n'a pas agi sensiblement sur l'aiguille aimantée de Paris; s'il faut lire 18, comme je le suppose, l'action a été très-grande, et le dérangement, contre l'habitude, a porté *d'abord* l'extrémité nord de l'aiguille *vers l'ouest*. A 6 heures et demie du soir, la déclinaison était de 3′ plus grande qu'à l'ordinaire; à 6 heures trois quarts, elle s'était encore accrue de 1′ ½; à 11 heures trois quarts, au contraire, je la trouvai de 14′ plus petite que les jours précédens, mais en 5 minutes, c'est-à-dire de 11 heur. 45 min. à 11 heur. 50 min., l'aiguille marcha à l'ouest de 21 minutes. *Le ciel était serein.*

Les autres jours du mois de janvier 1827, dans lesquels l'aiguille aimantée a été sensiblement dérangée à Paris, sans qu'il soit encore venu à ma connaissance qu'on ait aperçu en même temps des aurores boréales

dans le nord, sont : le jeudi 4 (dans la matinée et vers midi surtout) ; le jeudi 25, toute la soirée depuis 6 heures ; le mardi 30, dans la soirée.

Le 17 février 1827, à 8 heures du soir, dit M. Burney, une lumière brillante se montra dans le nord, à Gosport ; elle occupait 20° de chaque côté du méridien magnétique. Des colonnes lumineuses partirent verticalement de temps à autre de quelques nuages qui se formaient çà et là. A 10 heures, une averse de neige cacha subitement le phénomène.

Le 17 février, l'aiguille de déclinaison n'offrit rien d'extraordinaire à Paris, ni dans la matinée, ni dans l'après-midi, du moins jusqu'à 1 heure et demie. Le soir, elle ne fut observée qu'à 11 heures un quart : alors la pointe nord se trouvait de 5 minutes à l'orient de sa position habituelle. Le ciel était serein.

En février 1827, il a *dû* y avoir des aurores boréales ; le samedi 3, depuis midi ; le dimanche 4, surtout dans la matinée ; le dimanche 18, dans la soirée ; le lundi 19, vers midi.

L'aiguille n'a pas éprouvé de grandes perturbations en mars : le 8, au soir ; le 9, au matin ; le 13, à 9 heures un quart du soir ; le 22, vers midi, et le 30 à 9 heures et demie du soir, sont les seuls instans où elle se soit trouvée à 2 ou 3 minutes de sa position habituelle.

Je ne doute pas que les observateurs du nord n'aient aperçu plusieurs aurores boréales dans le mois d'avril. Les jours où l'aiguille a été le plus dérangée sont :

le 5 vers midi ; le 6, le 7, le 22 et le 24. On a vu aussi des déviations sensibles le 12 et le 13.

Si je pensais qu'il fût utile de continuer cette énumération, je dirais encore qu'il a existé des aurores boréales les 2 et 16 mai ; les 25, 26 et 27 juin ; le 23 juillet ; et le 14 août ; mais je vais revenir à ceux de ces phénomènes dont j'ai déjà eu connaissance.

Le 27 août, dans la soirée, on a aperçu une aurore boréale à Perth, au nord de l'Ecosse. Les jets de lumière étaient très-rapides ; ils couvrirent un moment presque tout le ciel.

A Paris, le 27 août, je trouvai la pointe nord de l'aiguille, 10 minutes plus à l'occident que dans sa position ordinaire, à 1 heure 6 minutes de l'après midi ; elle éprouvait de plus des oscillations irrégulières. Le soir, à 9 heures et demie, la déclinaison, au contraire, était *plus petite* que les jours précédens à pareille heure, d'environ 8 minutes ; le ciel était très-nuageux.

Le 28 août, pendant la soirée, une aurore boréale fut aperçue dans le Roxburgshire.

Le 28 août, à 1 heure après midi, la déclinaison de l'aiguille *surpassait* de 6 minutes la moyenne des jours précédens. Le soir, on n'observa malheureusement qu'une fois : il était alors 11 heures, et la déclinaison parut de 3 minutes *plus petite* qu'à l'ordinaire. Le lendemain matin, 29, à 9 heures, la pointe nord se trouvait à l'occident de la position habituelle de 12'. A 9 heures trois quarts, cette déviation s'était encore accrue de quatre minutes, et l'aiguille n'était plus sta-

tionnaire : elle oscillait dans des arcs de plus de 8 minutes. Le soir, tout était rentré dans l'ordre.

L'aiguille verticale éprouva les mêmes influences; l'*inclinaison*, durant la matinée du 29, était *supérieure* de près de 6 minutes à celles de la veille et du lendemain. Le manque d'espace me force de renvoyer à une autre circonstance l'exposition de tout ce que j'ai reconnu sur les changemens d'intensité.

Le samedi 8 septembre 1827, mon confrère à l'Académie, M. Héron de Villefosse, a vu une aurore boréale à Saint-Cloud, à 8 heures et demie du soir, dans la direction du N. O.; le ciel était serein et la lune très-brillante.

Le 8 septembre, on remarqua, déjà à midi, un dérangement très-notable de l'aiguille des variations diurnes. La pointe nord se trouvait alors de 13 min. à l'occident de sa position ordinaire. A 1 heure 19 min., la déclinaison *surpassait* de 19 min. celles qu'on avait observées à pareille heure les jours précédens. Toute la journée, l'aiguille parut très-agitée, et la cause perturbatrice porta toujours l'extrémité nord à l'occident. Ce ne fut que le soir, à 9 heur. et un quart, qu'on observa une déviation de 8 min. en sens contraire, c'est-à-dire vers l'orient.

Les personnes qui doutent encore de l'influence qu'exercent les aurores boréales, changeront certainement d'opinion quand elles verront la série toute entière des observations faites à Paris le 8 septembre.

L'aiguille d'inclinaison subit le même jour des dé-

[redacted]

rangemens fort supérieurs aux petites erreurs dont les observations peuvent être affectées quand on vise aux deux pointes avec des microscopes.

Le 25 septembre 1827, l'aiguille, qui toute la journée n'avait rien offert de particulier, ayant éprouvé à 9 heures et demie du soir un dérangement très-sensible, je soupçonnai qu'il y aurait quelque part une aurore boréale ; j'aperçus bientôt, en effet, des nuages lumineux dispersés çà et là, entre le N.N.O. et le N.E. ; ils n'étaient pas toujours également vifs ; quelquefois ils semblaient s'allumer ; un instant après, ils disparaissaient totalement. Ces lumières éparses se réunirent une fois et formèrent pendant quelques minutes un arc continu, peu élevé au dessus de l'horizon et dont le point culminant, autant qu'on en put juger, était à une vingtaine de degrés du méridien terrestre, c'est-à-dire très-près du méridien magnétique.

Le même phénomène a été aperçu au Hàvre, à Ostende en Belgique, à Arau et à Zurich en Suisse, à Gosport et à Kendal en Angleterre, en Danemarck et en Suède. L'observateur d'Ostende dit que l'aurore commença à se montrer à 11 heures, qu'elle durait encore à minuit, et que sa lumière y atteignit le zénith. M. Valenciennes l'a vue entre Arras et Doulens ; il a particulièrement porté son attention sur une nappe lumineuse dont la teinte purpurine était très-brillante, et qui se trouvait au dessus d'un segment vif et blanchâtre placé à l'horizon même, vers le N.O. ; il a remarqué aussi plusieurs rayons verticaux d'un jaune doré. M. Forster annonce qu'en Angleterre la pleine lune ne lui a jamais montré les objets éloignés aussi distinctement que l'aurore du 25 septembre.

Le 25 septembre, l'aiguille des variations diurnes avait marché régulièrement depuis le matin jusqu'à 8 heures du soir; ensuite elle se dérangea. A 9 heures, je trouvai pour la déclinaison 7′ *de moins* que les jours précédens; dix minutes plus tard, l'aiguille avait marché *à l'ouest* de 7′; un mouvement oriental succéda à celui-là, de telle sorte qu'à 10 heures et un quart la pointe nord s'était rapprochée du méridien terrestre de 14′. Ensuite la déclinaison s'accrut de nouveau progressivement : à 10 heures et demie, elle surpassait de 12′ la déclinaison que j'avais observée à 10 heures et un quart.

Les observations de la boussole verticale ne présentent pas moins d'intérêt : l'angle que l'aiguille d'inclinaison formait avec l'horizontale était, par exemple, de 7′ plus grand à 10 heures et un quart qu'à 9 heures et demie.

Le 6 octobre 1827, malgré le clair de lune, on a vu dans plusieurs parties de l'Angleterre, entre autres à Manchester, une *brillante aurore boréale*.

Le 6 octobre, l'aiguille des variations diurnes dont je fais usage, n'avait rien offert dans sa marche durant tout le jour qui méritât d'être particulièrement remarqué. Ce ne fut qu'à 8 heur. du soir qu'une diminution sensible dans la déclinaison, montra qu'il serait utile de multiplier les observations. Je commençai, en effet, à marquer la position de l'aiguille toutes les cinq minutes, et je continuai jusqu'après 11 heures. Les déplacemens étaient excessivement irréguliers ; l'observation toutefois ne présentait pas de difficulté, car l'aiguille *oscillait* à peine. A 8 heures, la déclinaison était plus pe-

[redacted]

tite qu'à l'ordinaire; à 10 heur. 20 min., elle s'était accrue de 8 min.; cinq minutes après, elle avait diminué de la même quantité. A 10 heur. 35 min., je trouvai une déclinaison de 18 min. plus petite qu'à l'ordinaire; ensuite elle augmenta et diminua à plusieurs reprises, mais sans jamais atteindre, dans ses augmentations, aux valeurs des jours précédens. A 11 heur. 12 min., au moment de la moindre déclinaison, sa diminution anomale était de plus de 20 min.

L'aiguille d'inclinaison éprouva aussi des déplacemens sensibles le 6 octobre, entre 8 et 10 heur. 24 min. Les observations que je fis sur les oscillations d'une aiguille horizontale, convenablement corrigées de l'effet des changemens d'inclinaison, ont *prouvé* que l'intensité magnétique varie aussi pendant les aurores boréales. Je reviendrai sur cet objet dans un article à part; aujourd'hui, je me bornerai à remarquer, 1°. que l'aiguille horizontale ne commença à se déranger, le 6 octobre, qu'à la nuit; 2°. que le ciel était parfaitement serein; 3°. que, pendant toute la soirée, je cherchai vainement à découvrir des traces de l'aurore boréale, et que, cependant, en Angleterre on a cité celle de ce jour là comme ayant été très-brillante.

Sans ces trois circonstances réunies, ainsi que je l'ai déjà expliqué, je ne pourrais pas déduire légitimement des observations précédentes, la conséquence que l'aurore vue à Manchester, quoiqu'elle soit restée au-dessous de l'horizon de Paris, y a dérangé l'aiguille.

Le 17 octobre 1827, M. Burney a vu à Gosport une faible aurore boréale.

Le 17 octobre, l'aiguille horizontale des variations

diurnes, à Paris, commença à offrir quelques légères anomalies, entre 1 heure et 2 heures de l'après-midi; mais le soir, à 9 heur. 50 min., le dérangement devint énorme: la déclinaison était alors *plus petite* que les jours précédens à pareille heure, de 24 min. Entre 9 heur. 50 min. et 10 heur. 45 min., elle augmenta ensuite de 19 min.

J'apprends par les journaux anglais qu'on a aperçu des aurores boréales dans le Roxburgshire, le 18 et le 19 novembre. Suivant M. Burney, celle du 18, la moins faible des deux, ne s'éleva pas de plus de 5 dégr. au-dessus de l'horizon de Gosport.

Le 18, l'aiguille des variations diurnes fut troublée à Paris, surtout dans l'après-midi. Le 19, à 11 heures du soir, la déclinaison était plus petite que les jours précédens à la même heure, de 8′.

Les recueils scientifiques n'ont encore annoncé aucune aurore boréale pour le mois de décembre 1827; je me hasarde, cependant, à prédire, d'après les indications de l'aiguille aimantée, que les observateurs en auront aperçu vers le nord, le samedi 29 et le dimanche 30.

Sur *les Quantités extraordinaires de pluie qu'on a recueillies dans diverses villes en* 1827.

On a lu dans tous les journaux quotidiens, un compte détaillé des nombreux désastres que les inondations ont occasioné cette année dans le midi de la France; il serait donc inutile de le transcrire ici; mais je vais

rapporter la *mesure* de la quantité de pluie qu'on a recueillie dans diverses villes. Je ne crois pas que les annales de la météorologie aient rien offert jusqu'ici d'aussi extraordinaire ni en France ni dans aucun autre pays, sans excepter les régions équatoriales.

Le 20 mai 1827, il est tombé à Genève, dans le court intervalle de trois heures, *six pouces d'eau*.

Dans la même année (1827), il est tombé à Montpellier, en cinq jours, du 23 au 27 septembre inclusivement, 15 pouces 8 lignes d'eau. Du 24 au 26, en deux fois 24 heures, la pluie recueillie près de la même ville, à la manufacture de produits chimiques de M. Bérard, s'est élevée à 11 pouces 10 lignes.

A Joyeuse (département de l'Ardêche), d'après les regîtres de M. Tardy de La Brossy, le *maximum* de l'eau recueillie en un jour, dans le cours de vingt trois ans, avait été observé le 9 août 1807, et s'était élevé à l'énorme quantité de 9 pouces 3 lignes.

Le 9 octobre 1827, dans l'intervalle de vingt-deux heures, il est tombé, dans la même ville de Joyeuse, 29 pouces 3 lignes d'eau (*vingt-neuf pouces trois lignes*) : j'écris le résultat en toutes lettres afin qu'on ne croie pas à une faute d'impression.

Onze jours de ce mois d'octobre, suivant le même observateur, ont donné *trente-six pouces* d'eau, c'est-

à-dire environ le double de ce qu'il en tombe à Paris dans une année (1).

Pendant l'épouvantable averse du 9, le baromètre était presque stationnaire et de 2 ou 3 lignes seulement au-dessous de sa hauteur moyenne. De grands coups de tonnerre se succédaient sans interruption.

C'est une opinion fort accréditée qu'il pleut à Versailles beaucoup plus qu'à Paris, quoique ces deux villes soient si voisines. Avant de rechercher si les causes auxquelles on a généralement attribué la différence pouvaient être admises, j'ai pensé qu'il fallait d'abord savoir si elle existait. Les observations suivantes, dont je suis redevable à la complaisance de M. Demonferrand, tendent déjà à montrer qu'on s'est trompé : trois ou quatre années d'observations de plus décideront entièrement la question.

	Paris.	Versailles.
1825.........	51cent.,93	57cent.,65 ;
1826...........	47 ,21	46 ,15.

TROMBE.

Le 11 août 1827, à 6 heures 52 minutes du soir, le professeur Mercanton aperçut une trombe sur le lac de Genève, près de Saint-Gingolph.

---

(1) Les journaux anglais viennent de publier comme une circonstance extraordinaire qui a donné lieu aux inondations les plus graves, que, l'an dernier, il est tombé à Bombay, *durant les douze premiers jours* de la saison des pluies, 32 pouces (anglais) d'eau : c'est précisément ce qu'on a recueilli à Joyeuse *en un seul jour*.

Le ciel était couvert de nuages orageux d'un gris foncé, qui marchaient avec vitesse du N.O. au S.E.; tout-à-coup il se détacha des nuages situés près de Saint-Gingolph, une colonne verticale de forme conique; elle avait 10 à 12 pieds de diamètre, et employa environ deux minutes à parcourir les 2000 pieds qui la séparaient du lac. Quand elle l'atteignit, l'eau s'agita vivement; ses bouillons écumeux s'élevaient à une hauteur de 50 pieds; elle n'employa que 8 minutes à atteindre l'embouchure du Rhône. Dans sa marche rapide, la colonne présentait les ondulations d'un ruban qui serait soumis à l'action d'un fort courant d'air. Des pêcheurs près desquels la trombe passa, dirent à M. Mercanton qu'elle faisait un bruit semblable à celui qu'occasionnent les roues d'un bateau à vapeur tournant avec rapidité.

(*Bibl. univ.*)

Sur *un Pronostic météorologique observé aux îles Shetland.*

M. Scott, professeur du collége royal et militaire de Sandhurst, assure qu'il a fréquemment observé aux îles Shetland un phénomène dont voici la description.

Il existe au rez-de-chaussée de la maison de Belmont, une armoire sur la tablette de laquelle on a l'habitude de placer des verres à boire dans une position renversée. Ces verres font quelquefois entendre spontanément des sons semblables à ceux qu'ils produisent, soit quand on frappe légèrement leur surface extérieure avec le tranchant d'un canif, soit quand on les soulève un peu pour les laisser retomber brusquement sur la tablette qui les supporte. Ces sons pronostiquent tou-

jours un coup de vent : aussi ne manque-t-on pas, quand on les a entendus, de mettre les chaloupes, les moissons, etc., en lieu de sûreté. Rien n'annonce de quel *rhumb* le vent soufflera ; mais l'intensité du son paraît toujours liée à celle de la tempête qu'il indique, et qui se manifeste, plus tôt ou plus tard, suivant les circonstances, mais généralement plusieurs heures après le son.

M. Scott dit s'être assuré qu'il n'existe aucun mouvement ni dans les verres, ni dans leurs supports, au moment même où ils résonnent le plus fortement. Il paraît disposé à penser, mais sans attacher aucune importance à cette idée, que la cause du phénomène doit être cherchée dans l'électricité.

Retour *et Départ des Hirondelles.*

Les météorologistes ont déjà remarqué avec quelle singulière régularité les hirondelles visitent nos climats et les quittent; voici des observations de ce genre faites à Gosport, par M. Burney :

	Arrivée.	Départ.	Durée du séjour.
1816...	23 avril...	non observé.	....
1817...	21	non observé.	....
1818...	25	29 septembre...	22 ½ semaines.
1819...	22	1er octobre	23
1820...	26	13 octobre.....	24
1821...	15	8 octobre.....	25
1822...	27	28 septembre ..	22
1823...	23	non observé.	....

	Arrivée.	Départ.	Durée du séjour
1824...	18 avril...	18 octobre......	26 semaines.
1825...	13	11 octobre......	26
1826...	18	27 septembre...	23
1827...	13 ....*	3 octobre.....	24 ½.

Pierres *volcaniques flottantes.*

On lit ce qui suit dans le Journal du Havre du 2 juillet 1827 : « Le capitaine Le Sauvage de la Goelette « la *Bonne Emma* entrée hier venant du Sénégal, « rapporte que le 29 juin 1827, se trouvant à vingt « lieues dans l'est des Açores, il a parcouru un espace « de trois lieues couvert de pierres volcaniques, de « cannes à sucre, de paille et de morceaux de bois. Il « présume que ces débris proviennent de l'éruption d'un « volcan. »

NOUVEAU VOLCAN.

Un nouveau volcan s'est ouvert en Islande, le 13 février 1827, dans un des glaciers de l'île.

Pesanteurs *spécifique de l'eau de l'Océan atlantique, déterminées par le* D[r] John Davy.

M. Davy avait recueilli les divers échantillons d'eau de mer dont il donne aujourd'hui les pesanteurs spécifiques, durant un voyage du cap de Bonne-Espérance à Londres. Les bouteilles qui renfermaient le liquide étaient hermétiquement fermées : aucune évaporation n'avait donc pu avoir lieu jusqu'au moment où l'on

effectua les pesées. Pour cette opération, M. Davy employa une balance très-délicate appartenant à la Société royale. Tous les résultats se rapportent à la température de 63° Fah. = 17°,2 cent.

Latitudes.	Long. comptées de Paris.	Pesant. spécifiques.
30°. 6′ Sud...	9°.22′ Est.....	1,02667.
26 .55 Sud...	5 .14 Est.....	1,02671.
6 . 0 Nord..	21 .37 Ouest...	1,02667.
9 . 5	27 .28	1,02671.
12 . 6	30 .48	1,02671.
15 .56	34 .58	1,02762.
18 .15	36 .26	1,02762.
20 .55	38 . 9	1,02762.
23 .27	39 .28	1,02823.
28 . 1	40 .17	1,02823.
31 . 8	40 .47	1.02762.
34 . 8	40 .17	1,02823.
42 .10	32 .56	1,02742.
44 .51	28 .57	1,02721.
47 . 5	16 .32	1,02721.
49 . 3	10 .21	1,02721.
A un demi-mille au large de Douvres.		1,02648.

(Edimburgh *Journal of Science.*)

SUR *la Force d'adhésion des Vis.*

PAR M. BEVAN.

M. Bevan a cherché à déterminer quelle force est nécessaire pour enlever les vis connues sous le nom de

[redacted]

vis à bois. Celles qu'il a employées avaient deux pouces anglais de long, $\frac{22}{100}$ de pouce de diamètre à l'extérieur des filets et $\frac{15}{100}$ au fond de la cavité, en sorte que la saillie totale de chaque filet était de $\frac{35}{1000}$ de pouce. Douze filets embrassaient une étendue d'un pouce.

Ces vis *traversaient* de part en part des pièces de bois d'un pouce d'épaisseur. Les poids suivans étaient nécessaires pour les arracher.

Du frêne sec.......	790 livres anglaises.
Du chêne sec......	760
De l'acajou sec.....	770
De l'orme sec......	655
Du sycomore sec...	830

La vis ne se détachait guère que deux minutes après le commencement de l'expérience.

Quand on employait des planches de deal et de bois plus tendres, la force nécessaire pour retirer les vis était la moitié des précédentes.

M. Bevan pense que la force totale d'adhésion des vis à bois peut être exprimée par la formule suivante :

Bois dur....... $200\,000\ d\delta t = f$;

Bois tendre..... $100\,000\ d\delta t = f$;

d étant le diamètre du trou; δ la profondeur des filets ; t l'épaisseur de la planche, le tout mesuré en pouces; f la force totale, exprimée en livres anglaises.

(*Philos. mag.* Octobre 1827, p. 291.)



SUR *les Produits que donnent des Machines à feu récemment perfectionnées en Angleterre.*

Les meilleures machines à feu dans le Cornouailles, n'avaient guère élevé jusqu'ici que 40 *millions de livres anglaises à un pied de hauteur, pour chaque boisseau* (*bushel*) *de charbon consumé*. Par des modifications légères dans les machines anciennes; en ne regardant aucune amélioration comme négligeable quelque peu importante qu'elle parût au premier coup d'œil, M. le capitaine Samuel Grose a obtenu les résultats beaucoup plus favorables que je vais rapporter :

Une machine à simple effet, dont le cylindre a 60 pouces de diamètre, établie à Wheal hope, a donné pour chaque boisseau :

En avril...	42 101 739	livres élevées à un pied de hauteur.
mai...	42 241 650	
juin...	54 725 716	
juillet.	55 012 292	
août...	50 979 084	

Une autre machine, aussi à simple effet, construite plus tard à Wheal Towan, dont le cylindre a 80 pouces de diamètre, fournit les énormes résultats que voici :

Avril...	61 877 545;
Mai.....	60 632 179;
Juin.....	61 762 210;
Juillet...	62 220 820;
Août....	61 764 166.

[redacted]

C'est 50 pour cent de plus que ce qu'on obtenait des machines anciennes.

(*The Philos. mag.* Octobre 1827, p. 309.)

Sur *la Conductibilité des principaux Métaux et de quelques Substances terreuses.*

Par Mr C. Despretz.

Le rapport de mon Mémoire relatif à la conductibilité a été inséré dans le tome XIX, p. 97 des *Annales de Chimie et de Physique.*

J'ai depuis recherché la conductibilité de l'or, de l'argent et du platine; je joindrai ici les résultats nouveaux aux résultats anciens.

Mes expériences fournissent la table suivante pour les rapports des pouvoirs conducteurs des principaux corps :

Or............	1000,0 ;
Argent.........	973,0 ;
Platine.........	981,0 ;
Cuivre.........	898,2 ;
Fer............	374,3 ;
Zinc...........	363,0 ;
Etain..........	303,9 ;
Plomb..........	179,6 ;
Marbre.........	23,6 ;
Porcelaine.......	12,2 ;
Terre des briques et des fourneaux.	11,4.

Voici le détail de quelques expériences :

Toutes les barres qui ont servi dans ces expériences étaient des prismes carrés. La distance entre deux thermomètres consécutifs était égale à 10 centimètres. Le côté de la section (excepté pour les deux dernières) était égal à 21^{mm}. On avait recouvert les barres d'un même vernis afin de leur donner la même surface rayonnante. La barre, en expérience, était chauffée à une de ses extrémités par le moyen d'un quinquet. Le quinquet, dans ces expériences, présente plusieurs avantages : on le gouverne facilement, et il ne porte que peu de chaleur dans le lieu des observations. La température de l'air environnant est indiquée par un thermomètre très-sensible. On parvient à rendre cette température à peu près constante pendant le cours d'une expérience. La durée de chaque expérience est de six heures. Ce n'est qu'au bout de deux ou trois heures que les thermomètres ont acquis une température stationnaire. Le thermomètre, le plus rapproché du quinquet, prend promptement la temprérature à laquelle on veut s'arrêter ; on surveille alors le quinquet de manière à ce que cette température n'éprouve que des variations insensibles.

Barre de cuivre. Température de l'air 17°,08.

Thermomètre.	Température.	Excès sur la température de l'air,	Quotient de la somme des deux excès par l'excès intermédiaire.
1e.......	83°,44	66°,36	.....
2e.......	63 ,36	46 ,28	2, 14.
3e.......	49 ,70	32 ,62	2, 15.
4^e	41 ,40	24 ,32	2, 11.
5e.......	35 ,71	18 ,63	2, 17.
6e.......	33 ,26	16 ,18.	

Barre de fer. Température de l'air 15°,02.

Thermomètre.	Température.	Excès sur la température de l'air.	Quotient de la somme des deux excès par l'excès contraire.
1ᵉ	75°,92	62°,90	.....
2ᵉ	49 ,71	36 ,69	2, 34.
3ᵉ	33 ,64	20 ,52	2, 34.
4ᵉ	25 ,34	12 ,32	2, 33.
5ᵉ	21 ,21	8 ,19	2, 31.
6ᵉ	19 ,63	6 ,61.	

Barre d'étain. Température de l'air 17°,34.

Thermomètre.	Température.	Excès.	Quotient.
1ᵉ	80°,75	63°,41	.....
2ᵉ	52 ,51	35 ,17	2, 42.
3ᵉ	38 ,86	21 ,32	2, 36.
4ᵉ	32 ,86	15 ,52.	

Barre de plomb. Température 17°,12.

Thermomètre.	Température.	Excès.	Quotient.
1ᵉ	82°,25	65 ,13	.....
2ᵉ	46 ,54	29 ,42	2, 72.
3ᵉ	32 ,05	14 ,93	2, 64.
4ᵉ	27 ,11	9 ,99.	

On démontre par le calcul que la conductibilité est proportionnelle à $\frac{1}{(\log x)^2}$; x étant obtenu par l'équation $x+\frac{1}{x}=q$; dans laquelle q est le coefficient de la somme de excès par l'excès intermédiaire. (Voyez la *Théorie analytique de la Chaleur* de M. Fourier.)

On voit, par ces expériences, que les bons conducteurs, tels que l'or, l'argent, le platine, le cuivre, le fer, le zinc, fournissent des résultats qui satisfont à la suite exponentielle indiquée par le calcul. On sait que, dans une série de ce genre, le quotient de la somme de deux excès, divisée par l'excès intermédiaire, est un nombre constant.

Il n'y a que les résultats fournis par les bons conducteurs qui satisfassent à une suite exponentielle. Déjà le plomb, qui conduit la chaleur cinq fois m[illegible]e le cuivre, ne jouit plus de cette propriété. Le [illegible] quotient est 2,72, et le second 2,64.

Les résultats que donnent le marbre, la terre des briques et en général les matières peu conductrices s'écartent beaucoup d'une série exponentielle. Voici quelques résultats sur le marbre :

Barre de marbre blanc. Température de l'air 17°,15.

Thermomètre.	Température.	Excès.	Quotient.
1e	81°,06	63°,91	
2e.......	23 ,23	6 ,08	10, 83.
3e.......	19 ,10	1 ,93	3, 87.
4e.......	18 ,62	1 ,47.	

Le côté de la section de cette barre était de 26mm,45.

Pour avoir la conductibilité du marbre rapportée au fer, on a pris une barre de ce dernier métal dont le côté était de 26mm. Le premier quotient fourni par cette dernière barre a été 2,42, le second 2,40.

On a tenu compte de la légère différence des dimensions des deux barres, dans l'évaluation de leurs conductibilités respectives.

[redacted]

L'argent avait été purifié à la Monnaie sous les yeux de M. D'Arcet. Le platine avait été préparé par M. Breant. Je devais la barre d'or à la bienveillance de M Amédée de Puymaurin. M. Brongniart avait eu la bonté de faire fabriquer à Sèvres les barres de porcelaine.

J'ai cherché à mesurer la conductibilité du bois. Cette conductibilité est tellement faible qu'une barre carrée de 21^{mm} de côté ne s'échauffait pas d'une manière appréciable à quelques centimètres d'une de ses extrémités chauffées au point de charbonner le bois.

Sur *le Chlorure de Bore*.

Par Mr C. Despretz.

Lorsque je réclamais la découverte du chorure de bore (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. xxxiii, p. 442), un de MM. les Rédacteurs des Annales eut la bonté de me dire qu'il serait bon d'avoir un écrit constatant l'époque précise où j'ai parlé du chlorure de bore. Voici l'extrait des registres de la Société phylomatique, signé par le secrétaire.

« M. Despretz a fait, le 5 juillet 1823, plusieurs « communications à la Société phylomatique, entre « autres celle de la combinaison du chlore avec le « bore. »

16 juin 1827.

Le Secrétaire de la Société phylomatique,
Signé De Bonnard.

OBSERVATIONS *sur les Mouvemens périodiques du pont de Souillac.*

PAR M. VICAT,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

DANS la première Note que j'ai eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie des Sciences, sur les mouvemens périodiques observés au pont de Souillac (Voyez *les Annales*), j'ai attribué ces mouvemens au ressort thermométrique de la pierre, en me fondant sur la concordance de l'ouverture des joints indicateurs et de l'abaissement de la température atmosphérique. J'ai essayé ensuite de mesurer l'écartement des joints, et d'en conclure approximativement la dilatation linéaire de la pierre dont le pont est bâti; mais je n'ai pas tardé à reconnaître l'insuffisance de mes mesures et de mes calculs. J'ai senti, d'ailleurs, qu'un fait aussi intéressant que celui que j'annonçais, devait être appuyé sur des observations incontestables; en conséquence, j'ai choisi parmi les joints entr'ouverts, celui dont la marche m'a paru devoir être la plus régulière, et le 6 septembre 1824, j'ai fait attacher solidement aux deux pierres contiguës une espèce de comparateur : l'appareil a été enfermé dans un chassis muni d'une petite porte et mis ainsi à l'abri de toute atteinte. Ces observations ont été commencées dès le lendemain 7 septembre, et continuées sans interruption jusqu'au 7 septembre 1825. J'ai été secondé dans ce travail par un jeune homme intelligent, préposé à la perception du péage du pont.

Les indications simultanées du thermomètre et du comparateur, étaient notées le matin un peu avant le lever du soleil, et à trois heures après midi ; et afin que toutes les causes influentes pussent être appréciées, on tenait compte en même temps de la température et de la hauteur des eaux de la Dordogne, de l'état du ciel et du vent régnant.

J'ai joint au journal où toutes les observations sont consignées, un dessin sur lequel sont figurés 1° la projection horizontale du pont avec la position de tous les joints en mouvement ; 2° l'élévation d'une arche avec la position et l'étendue appréciable du joint indicateur qui a servi aux expériences ; 3° le comparateur employé ; 4° la ligne brisée lieu de la moyenne des températures extrêmes de chaque jour, et en regard, sur les mêmes ordonnées, la ligne brisée lieu des moyens mouvemens du comparateur.

Il suffira de jeter un coup d'œil sur ces deux lignes pour en saisir la concordance. Il y a de courtes anomalies dans les mois de janvier et de juillet, mais elles s'expliquent par le voisinage de deux joints qui, dans les températures extrêmes, se fermaient ou s'entr'ouvraient d'une manière pour ainsi dire capricieuse, mais sensible, et influaient ainsi positivement ou négativement sur la marche du comparateur.

On voit par l'ensemble des observations, qu'aux mêmes températures moyennes de divers jours, prises dans divers mois, ne correspondent pas les mêmes indications du comparateur : sa marche est toujours en retard sur celle du thermomètre, mais elle n'en est pas moins conforme aux mouvemens de celui-ci, dont elle mar-

que après coup tous les écarts et rebroussemens. Indépendamment du grand mouvement annuel, le comparateur indique un mouvement diurne très-sensible qui, dans le cas *maximum*, a produit jusqu'à sept millimètres d'écart, répondant en réalité à $0^{mill.},147$. L'arc parcouru par le comparateur depuis le 7 septembre 1824 jusqu'au 7 septembre 1825, s'est trouvé de 48 millimètres répondant en réalité à $1^{mill.},008$; l'angle *maximum* a donc été de $3^{\circ}\ 26'$.

Il ne doit rester aucun doute maintenant sur la cause des mouvemens dont il s'agit : elle est toute entière dans les oscillations thermométriques de l'arc surbaissé qui porte les parapets. L'impossibilité d'assigner exactement l'étendue verticale du joint indicateur, et la difficulté de mesurer l'ouverture peu sensible des joints contigus aux époques précises de leurs plus grands mouvemens, sont autant de causes qui ne permettent point de conclure exactement des données qui précèdent, la dilatation linéaire qu'il importerait cependant de connaître. Mais en se plaçant dans un cas hypothétique peu différent de la vérité, et en faisant d'ailleurs la part de la seconde arche contiguë à la première, on peut obtenir une limite *minimum* de cette dilatation, et on trouve par les calculs ordinaires de la rectification de l'ellipse, que cette limite est de $0^{mill.},251$ par mètre pour un intervalle de 100° : c'est deux fois et demie le résultat annoncé dans la Note présentée en 1824.

L'objet principal de ce calcul est de faire voir qu'il n'est pas nécessaire que le volume des pierres varie d'une manière sensible, pour donner lieu à des ruptures visibles et appréciables dans les édifices à grandes voûtes ;

ruptures dont les suites, au surplus ne sont à craindre que sur les ponts aqueducs, à cause des filtrations et des dégradations qui viennent à la suite. On y remédierait en ne donnant aux voûtes de ces ponts qu'une petite ouverture, et en substituant le plein cintre, ou mieux encore la forme ogyve, aux arcs surbaissés aujourd'hui en usage.

Les autres conséquences à déduire sont peut-être moins importantes; elles me paraissent cependant mériter l'attention : s'il est vrai, en effet, que de 10° à zéro centigrade, une pierre d'un mètre de longueur puisse se raccourcir d'un quart de millimètre, il en résulterait que pour un intervalle de 40°, course moyenne du thermomètre dans nos climats, cette variation s'élèverait à $\frac{1}{10}$ de millimètre; et comme dans nos maçonneries de grand appareil, il n'est pas rare de rencontrer des carreaux de deux mètres de longueur, on voit sur-le-champ jusqu'où cela peut mener. Or, le mortier des joints verticaux ne pouvant se prêter à ces mouvemens, se fend ou se sépare entièrement d'une pierre pour rester adhérent à la pierre voisine; le mortier des joints horizontaux, tiraillé en sens contraire par la contraction individuelle des blocs superposés et subperposés, cesse également d'adhérer à leurs surfaces. Ces déchiremens sont, il est vrai, invisibles à l'œil-nu, mais ils n'en sont pas moins réels, et constituent autant de solutions de continuité. Aussi remarque-t-on que de toutes les maçonneries, la plus facile à démolir c'est la maçonnerie de pierre de taille; que dans certains coups de mer, d'énormes pierres sont comme aspirées par la lame et arrachées du parement auquel elles appartiennent sans

que les pierres voisines en paraissent ébranlées, etc., etc. Ces effets et beaucoup d'autres sont une conséquence des mouvemens thermométriques, mouvemens qui annulent l'adhérence du mortier et réduisent ses fonctions à celles d'une simple cale.

Vitruve, en parlant de la construction des temples (liv. IV, chap. IV de son Traité), dit expressément que si on veut les bâtir en moellon, il faut rechercher le plus petit; que si on doit employer la pierre de taille ou le marbre, il faut que les quartiers soient médiocres et égaux, parce que des pierres d'une grandeur médiocre avec des joints médiocres se lient d'une manière plus forte et par conséquent plus durable.

Ce passage très-curieux vient, comme on le voit, à l'appui de mon observation d'une manière toute spéciale. A ce précepte de Vitruve, se joignent une foule d'exemples qui prouvent que les Romains regardaient le mortier comme au moins inutile dans les maçonneries à grands blocs : les arènes de Nismes, l'acqueduc du Gard, le monument pyramidal de Vienne en Dauphiné, etc., se composent de quartiers parfaitement taillés et juxta posés sans autre médium qu'une laitance de chaux réduite à l'épaisseur d'une feuille de papier mince.

Je me propose de mesurer directement la dilatation linéaire des différentes pierres employées dans les constructions, depuis le basalte et le granite, jusqu'à la craie compacte, ainsi que celle des mortiers et autres cimens calcaires les plus en usage. L'objet de ce travail sera d'examiner si dans les maçonneries à petits matériaux, la subdivision du retrait ne pourrait pas, en réduisant l'ef-

[redacted]

fet thermométrique à une simple tension, maintenir la continuité et la solidité de la masse.

La connaissance exacte de la dilatation des pierres servira d'ailleurs à expliquer des effets de gelée, dont la force expansive de la glace n'a pu rendre compte jusqu'à ce jour.

MOUVEMENT *apparent d'un petit Corps très-voisin d'un plus grand (ou plus brillant), sur lequel l'œil demeure fixé.*

(Note extraite des Manuscrits de feu BÉNÉDICT PREVOST, par Mr P. PREVOST, professeur à Genève.)

§ I. L'étoile ζ de la grande ourse est accompagnée d'une étoile beaucoup plus petite ou beaucoup moins apparente, marquée *g* dans le catalogue de FLAMSTEED. En regardant fixement ces deux étoiles, il y a environ douze ans (1), il me sembla voir la petite s'agiter et aller, pour ainsi dire, irrégulièrement près de la grande ; s'en approcher un peu, s'en éloigner, s'écarter à droite et à gauche, etc. On comprend bien que je ne crus pas un instant à la réalité de ces oscillations ; mais, en faisant faire la même expérience à plusieurs autres personnes, je m'assurai que je ne suis pas seul susceptible

---

(1) Nous croyons cet écrit de l'année 1812 ou à peu près. Ainsi ce serait à l'année 1800 que se rapporterait la première observation dont il est ici rendu compte.

(P. P. p.)

de cette illusion. Je l'ai depuis répétée fréquemment, tant sur ces deux étoiles que sur d'autres petites étoiles, voisines entr'elles ou voisines de plus grandes.

§ II. Je m'en servis alors pour expliquer l'irradiation ou amplification du diamètre des astres, que l'on a coutume de regarder comme un phénomène physique, et qui pourrait bien appartenir plutôt à la théorie de la sensation (1).

§ III. Désirant rapporter le phénomène qui m'avait frappé (le mouvement apparent de la petite étoile autour de la grande) à quelque autre qui pût s'observer lorsque je me trouverais disposé à réfléchir sur sa cause, j'eus l'occasion de me satisfaire par une circonstance fortuite. Il me sembla un matin voir, de mon lit, un insecte qui se mouvait sur une vitre en diverses directions et assez lentement. Je trouvai ensuite, lorsque je fus levé, que le prétendu insecte était une tache noirâtre, immobile sur le carreau.

§ IV. Je fis alors sur un mur blanc une tache noire de 3 ou 4 lignes de diamètre; puis, à une ligne environ de distance, une tache beaucoup plus petite. Je m'éloignai ensuite de 15 à 18 pieds, et je me plaçai de manière à pouvoir les considérer dans une situation bien fixe. De là, je vis la petite tache s'agiter auprès de la grande, précisément comme la petite étoile *g* près de ζ. Cette expérience prouve que ce mouvement n'est pas dû

---

(1) Ici l'auteur distingue l'irradiation de la scintillation, et renvoie à son Cours de physique, où il entrait dans plus de détail sur ces deux phénomènes. (P. P. p.)

à la cause à laquelle on a coutume de rapporter le phénomène de la scintillation (1).

§ V. Il me vint d'abord dans l'esprit, qu'il pouvait être occasioné par un mouvement très-léger, involontaire et inaperçu du globe de l'œil (2); par une espèce de convulsion dans les muscles auxquels il est attaché. Mais tout le globe se mouvant alors à la fois et très-peu, la situation respective des deux taches ne saurait changer par cette cause.

§ VI. Peut-être ce phénomène est-il de ceux qui, tenant immédiatement à notre manière de sentir, ne sont susceptibles d'aucune explication. Le fait est ainsi; il ne s'agit que de le bien observer, de le décrire clairement, et de s'en servir ensuite pour en expliquer d'autres, avec lesquels il peut avoir des rapports. Cependant il est possible qu'il provienne d'un mouvement de la pulpe nerveuse de la rétine elle-même. On a vu, en effet, la pulpe nerveuse ou cérébrale d'un animal vivant, se mouvoir d'une manière analogue à celle dont je viens de supposer que se mouvait la pulpe de la rétine. Il est vraisemblable que la pulpe de tout le système nerveux d'un animal vivant, se meut ainsi continuellement d'une manière plus ou moins régulière.

---

(1) Il fait sans doute allusion à l'explication de ce phénomène, qui est tirée des interceptions, rapides et successives, de la lumière stellaire par les vapeurs ou autres corpuscules flottans dans l'air. L'explication que M. Arago a déduite des interférences, n'a été publiée qu'en 1824 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, août, p. 435), six ans après la mort de Bénéd. Prevost. (P. P. p.)

(2) L'illusion a lieu pour un seul œil, comme pour les deux. (*Note de l'Auteur.*)

mais sans que chaque point change de place d'une manière sensible (1).

§ VII. Quoi qu'il en soit, il paraît, par cette expérience, que l'action continue de la lumière sur un seul point (physique) de la rétine donne lieu, dans certaines circonstances, à une sensation semblable à celle qui résulterait de cette même lumière agissant successivement sur plusieurs points très-voisins.

PHÉNOMÈNES *singuliers que la vapeur présente dans les générateurs des machines de M.* Perkins (2).

LORS de mes premières expériences sur la vapeur fortement comprimée, avant que je ne découvrisse le fait que le métal échauffé à 650° Fahren. repousse l'eau

---

(1) On ne repoussera pas peut-être la supposition d'un tremblement de la pulpe nerveuse de la rétine. Mais en l'admettant, on objectera que ce tremblement devrait affecter aussi-bien l'image de l'objet le plus grand (ou le plus brillant) que celle du plus petit (ou du moins lumineux). Pourrait-on faire l'une des deux réponses suivantes, ou peut-être toutes les deux à la fois? 1° Le point que l'œil tient fixé devient par là même moins mobile; le centre de la rétine, occupé d'une impression vive, se trouve exempt ou presque exempt du tremblement habituel de la pulpe nerveuse. 2° Lors même que ce point tremblerait, on pourrait ne pas s'en apercevoir, parce que l'œil suit involontairement son point de mire, tandis que le point voisin, affecté d'un tremblement tout différent, paraît seul se mouvoir.

(P. P. p.)

(2) Nous avons tiré textuellement cette note d'un Mémoire que M. Perkins a lu à l'Académie des Sciences il y a quel-

et même la vapeur, les tubes dont je me servais étaient trop faibles et les soupapes de pressions ne se trouvaient pas chargées de poids suffisans, en sorte que l'eau était repoussée; la couche de vapeur interposée entre la surface métallique et l'eau, étant un mauvais conducteur du calorique, le métal ne tardait pas à devenir rouge, et dans ce moment la vapeur elle-même se trouvait repoussée, en sorte qu'il y avait une couche de calorique entre la vapeur et la surface du métal chaud. J'ai observé ce fait, pour la première fois, lors de la rupture d'un genérateur très-fort, de 3 pouces d'épaisseur et de 8 pouces de diamètre intérieur, mais qui, étant fait avec un alliage de cuivre et d'étain, appelé ordinairement *métal de canon*, céda beaucoup plutôt que ne le ferait la fonte dont je fais aujourd'hui tous ces appareils. Au moment de cette rupture, il y avait un feu vif sous le générateur; je remarquai un bruit sourd assez faible, qui fut également entendu par les ouvriers qui se trouvaient près du fourneau. On pensa d'abord que le générateur avait crevé; mais comme on n'aperçut ni vapeur ni eau, et que la machine continua à marcher comme à l'ordinaire sous une pression de 20 atmosphères, on crut que la rupture, s'il y en avait une, n'était que partielle : on laissa donc tomber le feu, et aussitôt que la température eût assez baissé, il

ques mois. Les personnes qui n'ont pas vu les machines de cet habile ingénieur, ne saisiraient peut-être pas facilement tout ce qu'il y a de remarquable dans ses expériences, si nous ne disions pas qu'un générateur se compose d'un ou de plusieurs cylindres de métal, à peu près pleins d'eau, dans lesquels, tant qu'ils sont fermés, le liquide peut acquérir de très-hautes températures.

se produisit un petit sifflement qui finit par devenir assez fort pour inquiéter les voisins dans Fleet-Street ; et alors toute l'eau et la vapeur se répandirent dans le feu. En examinant le générateur, on reconnut que son fond s'était fendu dans presque toute sa largeur, et que cette ouverture était assez grande pour donner passage à l'eau à mesure que la pompe l'introduisait dans le générateur froid. En réfléchissant sur ce qui pouvait être la cause de ce phénomène, je fus nécessairement conduit à reconnaître qu'il avait lieu par la propriété répulsive de la chaleur. Afin de m'assurer que les choses se passaient ainsi, je fis chauffer au rouge le fond du générateur vide; lorsqu'ensuite on y introduisit l'eau, il se forma aussitôt de la vapeur, et la machine travailla comme de coutume, sans qu'on s'aperçut d'aucun dégagement de vapeur par la fente. La machine travailla ainsi toute la journée, et le soir, lorsqu'on laissa le feu s'éteindre, la même action se reproduisit. Plusieurs savans de mes amis, devant lesquels je répétai cette expérience, pensèrent que la fente se trouvait bouchée par la dilatation qu'éprouvait le métal lorsqu'on le chauffait : car ils regardaient comme inadmissible l'explication que j'en donnais. Tous les doutes à cet égard furent cependant levés par l'expérience suivante : à l'une des extrémités d'un des tubes dont se compose le générateur, on pratiqua une ouverture d'un huitième de pouce de diamètre, à laquelle on ajusta à vis un fort tuyau de fer de trois pieds de long, d'un pouce de diamétre extérieur, et d'un demi-pouce de diamètre intérieur ; à un bout de ce tuyau était un petit robinet, et à l'autre bout du tube générateur fut fixé une soupape

de sûreté chargée à 50 atmosphères ou 31$\frac{1}{4}$ kilogrammes par pouce carré ; au même bout était également un tuyau qui amenait l'eau de la pompe foulante. Après avoir porté au rouge l'extrémité du tube générateur, dans laquelle on avait fait l'ouverture, on y introduisit l'eau. la vapeur formée s'échappa par la soupape de sûreté chargée comme on vient de le dire, tandis qu'en ouvrant le robinet il n'en sortit rien. On ralentit alors le feu, et lorsque la température fut suffisamment abaissée, le mugissement de la vapeur devint épouvantable. On répétera incessamment cette expérience publiquement.

Quoiqu'au premier coup d'œil ce nouveau fait paraisse incompréhensible, cependant, en y réfléchissant, il s'explique assez naturellement. C'est une chose bien connue que si l'on jette une goutte d'eau sur une surface métallique rouge, on la voit sauter au-dessus du métal avec lequel il est évident qu'elle n'est point en contact, et qu'elle s'évapore assez lentement ; tandis que si la température du métal eût été un peu au-dessous de 100°, la pression atmosphérique maintenant l'eau en contact avec le métal, la vaporisation serait presque instantanée. Quelle est donc la pression qui pourrait maintenir de l'eau en contact avec le métal chauffé à 650° Fah ? Cette pression ne devrait nullement être inférieure au *maximum* de force élastique que peut acquérir la vapeur qui surpasse 4000 atmosphères. Si donc il faut une aussi énorme pression pour que le contact ait lieu, 50 atmosphères ne seraient assurément qu'une faible portion de la force voulue, et comme dans l'expérience ci-dessus l'eau ne pouvait passer par

la petite ouverture sans se trouver presqu'en contact avec le métal échauffé, le pouvoir répulsif de celui-ci suffisait pour retenir la vapeur et l'eau également éloignées ; car la vapeur est-elle en effet autre chose que l'eau à l'état d'expansion ? Il s'agit actuellement de savoir à quelle distance s'étend ce pouvoir répulsif ; ce sera le sujet de nouvelles recherches : on pourra augmenter graduellement l'ouverture jusqu'à ce que l'eau et la vapeur puissent, à cette température élevée, passer par son centre. Tout ce que je sais jusqu'à présent, c'est que cette force répulsive s'exerce au-delà d'un seizième de pouce, puisque la vapeur ne peut traverser une ouverture d'un huitième de pouce de diamètre.

Sur *la Dispersion de la Lumière.*

Par Mr F. Rudberg,

Professeur à Stockholm.

Pour expliquer la dispersion de la lumière dans le système des ondulations, il faut supposer que, lorsqu'elle passe de l'air dans un milieu plus réfringent, les longueurs des ondulations sont d'autant plus raccourcies, qu'elles étaient plus courtes. J'ai trouvé, en partant de ce principe, que la relation suivante paraît avoir lieu entre la longueur d'ondulation d'une certaine couleur dans l'air et celle qui lui correspond dans une autre matière quelconque :

$$L = a \cdot l^{m} ;$$

l étant la longueur d'ondulation dans l'air, L celle dans l'autre matière, et enfin a, m deux nombres qui ne varient qu'avec la nature de la matière.

Quant aux longueurs des ondulations dans l'air, je les ai prises telles quelles ont été déterminées par

M. Fraunhofer (*Annalen der Physik*, par M. Gilbert, 1823, p. 337); savoir :

Dans le rouge, $C =$ 0,00002422 d'un pouce.
orangé, $D =$ 0,00002175
vert, $E =$ 0,00001945
bleu, $F =$ 0,00001794
indigo, $G =$ 0,00001587
violet, $H =$ 0,00001464.

Les longueurs des ondulations dans les autres matières étant toujours en raison inverse des index de réfraction, je les ai insérées dans la première colonne des tables suivantes, d'après les index de réfraction qui ont été publiés par M. Fraunhofer dans son Mémoire sur la détermination du pouvoir réfringent et dispersif.

Voici la comparaison de l'observation avec le calcul :

Flintglas. N:o 13.

$$L = 1{,}044.\ l^{1{,}06}$$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001486	....
D.	0,00001330	0,00001328
E.	0,00001184	0,00001181
F.	0,00001088	0,00001084
G.	0,00000955	0,00000953
H.	0,00000876	....

Crownglass. N:o 9.

$$L = 0{,}87045.\ l^{1{,}0267}.$$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001587	....
D.	0,00001422	0,00001420
E.	0,00001268	0,00001267
F.	0,00001168	0,00001166
G.	0,00001029	0,00001028
H.	0,00000946	....



Flintglas. N:o 23.

$L = 1{,}040 . l^{1{,}0496}.$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001487	....
D.	0,00001331	0,00001328
E.	0,00001185	0,00001181
F.	0,00001089	0,00001085
G.	0,00000956	0,00000954
H.	0,00000876	....

Huile de térébenthine.

$L = 0{,}93479 . l^{1{,}0299}.$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001646	....
D.	0,00001476	0,00001475
E.	0,00001315	0,00001313
F.	0,00001210	0,00001208
G.	0,00001066	0,00001065
H.	0,00000980	....

Flintglas. N:o 3.

$L = 1{,}00218 . l^{1{,}0446}.$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001510	....
D.	0,00001352	0,00001350
E.	0,00001204	0,00001201
F.	0,00001107	0,00001104
G.	0,00000973	0,00000971
H.	0,00000892	....

Crownglass. N:o 13.

$L = 0{,}85515 . l^{1{,}025}.$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001587	....
D.	0,00001423	0,00001422
E.	0,00001270	0,00001268
F.	0,00001169	0,p0001167
G.	0,00001030	0,q0001029
H.	0,00000947	....

[redacted]

Flintglas. N:o 30.

$L = 1{,}0356.\ l^{1{,}049}$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001490	....
D.	0,00001334	0,00001331
E.	0,00001187	0,00001184
F.	0,00001091	0,00001088
G.	0,00000958	0,00000956
H.	0,00000878	....

Eau.

$L = 0{,}91343.\ l^{1{,}1084}$

	Longueurs observées.	Longueurs calculées.
C.	0,00001818	....
D.	0,00001631	0,00001630
E.	0,00001456	0,00001454
F.	0,00001341	0,00001340
G.	0,00001183	0,00001182
H.	0,00001089	....

Quoique les différences entre les longueurs calculées et les longueurs déduites soient assez petites, elles ne sont pas cependant sans influence, lorsqu'on veut passer des longueurs d'ondulation aux index de réfraction. Mais les longueurs d'ondulation dans l'air n'étant pas elles-mêmes bien sûres à un millième, et les index de réfraction étant d'une exactitude au moins dix fois plus grande, j'ai pris la relation telle qu'elle dérive de la loi supposée entre les longueurs, et je l'ai comparée avec l'observation. En appelant N l'index de réfraction, on a :

$$N = \frac{1}{a l^{m-1}},$$

d'où, si N', l' appartiennent à un autre rayon :

$$\frac{N}{N'} = \left(\frac{l'}{l}\right)^{m-1}.$$

Dans une autre matière, si n, n' sont les index correspondans aux mêmes longueurs l, l', on aura :



$$n = \frac{1}{bl^{p-1}}, \text{ et partant : } \frac{n}{n'} = \left(\frac{l}{l'}\right)^{p-1};$$

d'où par conséquent, si $r = \frac{m-1}{p-1}$:

$$\frac{N}{N'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^r,$$

dans laquelle équation r doit être constant. En prenant pour les N les index du Flintglas N° 13 et pour les n les index de l'eau, on trouve :

D'après les rayons B et C : $r = 2,0430$.
B et D : $r = 2,2928$.
B et E : $r = 2,3802$.
B et F : $r = 2,4203$.
B et G : $r = 2,5476$.
B et H : $r = 2,6402$.

Ces valeurs n'étant pas précisément les mêmes, la différence qui existe entre elles, n'est pas cependant dans le cas présent, d'une grande influence, une petite variation dans les index produisant une variation considérable dans r; si, par exemple, au lieu de l'index du rayon C dans le Flintglas, qui d'après l'observation $= 1,6297$, on prend $1,6298$, on trouve $r = 2,1452$ au lieu de $2,0430$; aussi en prenant le milieu $= 2,89$ de toutes ces valeurs, et calculant les index du Flintglas d'après ceux de l'eau, selon la formule :

$$N = N' \left(\frac{n}{n'}\right)^{2,39},$$

on a la seconde colonne de ce tableau :

	L'Observat.	Le Calcul.
B.	1,6277	......
C.	1,6297	1,6300
D.	1,6350	1,6354
E.	1,6420	1,6420
F.	1,6482	1,6479
G.	1,6602	1,6582
H.	1,6710	1,6669

Un calcul analogue pour le même Flintglas et le

[redacted]

Crownglas, N° 13, donne les valeurs suivantes de r:

D'après les rayons B et C : $r = 1,8718$.
B et D : $r = 1,8970$.
B et E : $r = 1,9090$.
B et F : $r = 1,9140$.
B et G : $r = 1,9475$.
B et H : $r = 1,9748$.

Valeur moyenne $r = 1,919$.

Et calculant d'après la formule :

$$N = N' \left(\frac{n}{n'} \right)^{1,919},$$

on a pour les index du Flintglas les valeurs suivantes :

$C = 1,6298$.
$D = 1,6351$.
$E = 1,6421$.
$F = 1,6483$.
$G = 1,6598$.
$H = 1,6698$.

De même, en comparant enfin le Flintglas, N° 13 avec le Crownglas Litt. M, on trouve les valeurs ci-jointes de r:

D'après les rayons B et C : $r = 1,5118$.
B et D : $r = 1,5833$.
B et E : $r = 1,6233$.
B et F : $r = 1,6277$.
B et G : $r = 1,6498$.
B et H : $r = 1,6590$.

Valeur moyenne $r = 1,609$.

et calculant les index du Flintglas d'après la formule :

$$N = N' \left(\frac{n}{n'} \right)^{1,61},$$

on obtient :

$C = 1,6297$.
$D = 1,6351$.
$E = 1,6419$.
$F = 1,6480$.
$G = 1,6595$.
$H = 1,6697$.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	742,82	+ 11,5	85	741,74	+ 13,5	80	740,37	+ 12,5	80	739,58	+ 8,7	87	+ 13,5	+ 8,7	Nuageux.	O. S. O.
2	738,73	+ 8,3	88	739,06	+ 9,3	87	739,30	+ 8,8	87	741,40	+ 8,0	90	+ 9,3	+ 7,0	Couvert	O.
3	746,78	+ 6,7	90	748,40	+ 8,2	89	750,87	+ 8,2	89	754,20	+ 6,7	90	+ 8,2	+ 6,5	Couvert, brouillard.	O. S. O.
4	757,82	+ 7,8	89	757,50	+ 8,8	89	758,00	+ 8,9	90	759,58	+ 10,5	90	+ 10,5	− 6,4	Pluie fine.	N. O.
5	762,00	+ 11,0	89	762,28	+ 12,4	89	761,40	+ 11,7	89	759,82	+ 10,3	90	+ 12,4	+ 10,2	Couvert.	O.
6	755,22	+ 10,3	89	755,98	+ 8,0	89	756,64	+ 8,3	88	760,37	+ 5,3	89	+ 10,5	+ 5,3	Pluie fine.	N. O.
7	756,00	+ 2,0	89	766,55	+ 4,7	87	766,44	+ 5,0	87	761,96	+ 1,2	90	+ 5,0	+ 1,2	Beau.	N. O.
8	759,68	+ 4,5	89	758,60	+ 5,3	90	757,73	+ 7,0	90	757,72	+ 6,5	90	+ 7,0	+ 4,0	Petite pluie.	S. O.
9	758,02	+ 6,2	90	757,20	+ 8,5	89	755,86	+ 8,7	90	754,46	+ 10,5	90	+ 10,5	+ 6,0	Très couvert.	S.
10	754,09	+ 10,5	90	753,47	+ 12,0	89	751,34	+ 11,5	89	748,70	− 9,1	90	+ 12,2	+ 8,7	Quelq pet. éclairc.	O. S. O.
11	751,27	+ 8,0	88	751,65	+ 10,5	87	750,06	+ 10,0	84	748,02	+ 6,0	90	+ 10,5	+ 6,0	Beau.	S. O.
12	744,70	+ 6,5	94	743,87	+ 8,8	91	742,35	+ 9,0	85	740,24	+ 7,8	90	+ 9,0	+ 6,1	Très-couvert.	S. E.
13	746,15	+ 7,5	90	748,06	+ 8,5	87	749,43	+ 8,0	80	752,92	+ 3,4	89	+ 8,5	+ 3,0	Couvert.	O.
14	752,85	+ 2,5	89	751,56	+ 5,1	87	750,54	+ 6,0	85	749,92	+ 5,3	90	+ 6,0	+ 0,8	Couvert.	S.
15	756,40	+ 8,0	90	756,23	+ 9,2	90	755,26	+ 10,0	90	754,40	+ 11,5	90	+ 11,5	+ 7,2	Très-couvert.	S. S. O. fort.
16	755,27	+ 9,8	90	757,58	+ 10,8	79	758,64	+ 10,5	75	761,18	+ 5,9	90	+ 10,8	+ 5,3	Beau.	O. S. O. fort.
17	765,97	+ 4,1	89	766,52	+ 7,5	87	766,34	+ 7,5	86	765,75	+ 4,8	90	+ 7,5	+ 3,5	Beau.	O.
18	761,85	+ 6,4	89	761,08	+ 8,3	89	759,48	+ 8,1	90	758,60	+ 7,5	90	+ 8,3	+ 6,0	Très-couvert.	S.
19	756,63	+ 7,6	89	756,50	+ 9,7	88	755,54	+ 9,7	87	754,48	+ 8,1	80	+ 9,7	+ 7,2	Très-couvert.	S.
20	753,28	+ 6,5	88	753,36	+ 10,7	85	752,90	+ 9,7	87	752,27	+ 6,6	90	+ 10,8	+ 5,8	Très-petites éclairc.	S. O.
21	754,67	+ 6,9	89	755,20	+ 8,6	84	754,23	+ 8,0	87	745,80	+ 6,7	90	+ 8,6	+ 6,5	Très-nuageux.	S. O.
22	747,34	+ 12,3	90	748,80	+ 13,5	78	749,58	+ 11,5	78	748,42	+ 13,0	90	+ 13,5	+ 11,5	Eclaircies.	O. N. O. fort.
23	750,30	+ 9,2	85	756,10	+ 9,7	80	759,05	+ 10,0	80	763,17	+ 6,5	83	+ 10,0	+ 6,5	Très-couvert.	N. O. très-fort.
24	760,64	+ 7,8	90	759,14	+ 11,0	90	757,90	+ 12,0	90	759,00	+ 10,2	90	+ 12,0	+ 7,4	Couvert.	S. O.
25	768,86	+ 5,2	90	769,90	+ 8,7	85	770,46	+ 9,2	84	771,56	+ 5,0	90	+ 9,2	+ 5,0	Vaporeux.	O.
26	772,44	+ 1,0	90	772,56	+ 4,6	90	772,07	+ 5,2	90	771,86	+ 2,3	90	+ 5,3	+ 0,9	Brouillard.	S. E.
27	769,05	+ 1,2	90	770,50	+ 3,1	90	769,76	+ 3,0	90	770,52	+ 1,9	90	+ 3,1	+ 0,7	Brouill. très-épais.	S. S. E.
28	773,02	+ 4,5	90	773,48	+ 6,3	89	772,42	+ 7,0	87	772,08	+ 3,8	98	+ 7,0	+ 2,1	Couvert.	E. N. E.
29	770,70	− 1,2	90	770,25	− 0,1	90	769,20	+ 1,1	90	768,06	+ 1,4	90	+ 1,4	− 1,2	Brouill. très-épais.	N.
30	766,90	+ 2,8	90	766,00	+ 5,5	85	765,00	+ 6,5	74	763,79	+ 2,4	87	+ 6,5	+ 2,2	Beau.	E.
31	760,52	− 0,1	89	758,90	+ 2,7	86	758,04	+ 2,0	83	756,17	+ 3,5	90	+ 3,5	− 1,2	Legers nuages.	S. E.
1	754,12	+ 7,9	89	754,12	+ 9,1	68	753,80	+ 9,1	88	754,08	+ 7,7	90	+ 9,9	+ 6,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie.
2	754,44	+ 6,7	90	754,64	+ 8,9	87	754,05	+ 8,9	85	753,78	+ 6,7	89	+ 9,3	+ 5,1	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 7,130
3	763,13	+ 4,5	89	763,71	+ 6,7	86	763,43	+ 6,9	85	762,76	+ 5,2	89	+ 7,3	+ 3,7	Moyenn. du 21 au 31	Terrasse, 5,910
	757,42	+ 6,3	89	757,69	+ 8,1	87	757,30	+ 8,2	86	757,06	+ 6,5	89	+ 8,8	+ 5,0	Moyennes du mois,	+ 6,9.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.



FIN DE LA TABLE DU TRENTE-SIXIÈME VOLUME.









